canton de vaud

DEPARTEMENT DES FINANCES ET DES RELATIONS EXTERIEURES
SERVICE IMMEUBLES, PATRIMOINE ET LOGISTIQUE

CAHIER D'AVANT-PROJET (version du 30.01.2013)

HEIG-VD – Mandat 518
Assainissement énergétique de l'enveloppe du bâtiment

Yverdon-les-Bains



Préambule

Historique des études préalables (SIPaL)

Le SIPaL a débuté en 2009 une série d'études préalables pour l'assainissement énergétique de plusieurs bâtiments de l'Etat présentant de lourds déficits énergétiques.

Le bâtiment de la HEIG-VD construit en 1972 a fait l'objet de cette analyse initiale portant sur la qualité et le niveau d'obsolescence de l'enveloppe et des installations techniques.

L'analyse a débuté par une première étude historique établie par M. Bruno Corthésy, historien de l'art. Le résultat a démontré les qualités architecturales du bâtiment et sa représentativité de l'architecture moderne de la première partie du 20ème siècle. Il est relevé dans cette étude le Prix Béton obtenu par le bâtiment en 1981.

Le bâtiment a fait ensuite l'objet d'une inspection technique de l'enveloppe par le bureau d'études BIFF SA, M. Laurent Félix à Lausanne. Cette étude a relevé les désordres fonctionnels et physiques de l'ensemble de l'enveloppe du bâtiment soit les fenêtres, les toitures, les bétons et le vide sanitaire.

L'étude a été complétée par un diagnostic de la physique du bâtiment établi par le bureau Amstein & Walthert SA à Genève.

L'étude a abouti à l'établissement d'un catalogue des techniques d'intervention et des évaluations des coûts correspondantes.

L'ensemble de ces études préalables nous a permis d'identifier un mode de rénovation respectueux de la valeur patrimoniale du bâtiment. Sur ces bases la demande de crédit d'ouvrage a été présentée au Conseil d'Etat qui l'a validée. L'exposé des motifs et le projet de décret pour le crédit d'ouvrage a été accepté par le Grand Conseil le 27.10.2010.

Les études ont pu ainsi démarrer au printemps 2011. Un premier mandat a été confié aux architectes Bovet et Jeker à Fribourg, qui a consisté en l'établissement d'une étude préliminaire de rénovation qui intègre toutes les contraintes techniques et patrimoniales du bâtiment. Le document final a été établi le 1er juin 2011. Cette étude a servi à l'appel d'offres pour le mandat d'architecte qui a abouti à la désignation en octobre 2011 du bureau Dolci Architectes Sàrl.

Les études d'avant-projet ont débuté en automne 2011 et ont abouti au printemps 2012 à un avant-projet de rénovation respectueux des principes énoncés dans l'étude préliminaires. Sur cette base le conservateur des monuments et sites, M. Laurent Chenu s'est prononcé en faveur d'études complémentaires sur la valeur patrimoniale.

Un mandat a donc été confié au Professeur Franz Graf de l'EPFL. L'étude patrimoniale conduite par celui-ci en été 2012, a abouti à un rapport d'expertise qui conclut à une recommandation d'attribution de la note 2 dans le Recensement architectural du canton de Vaud.

Les conséquences de cette étude et de la prise de position du conservateur des monuments et sites nous ont conduit à faire évoluer le projet de rénovation vers une intervention de rénovation à l'identique du point de vue de la géométrie et des modes d'ouverture des fenêtres.

Le présent avant-projet est le résultat de cette étude. Il faut relever que ce choix de rénovation, nous permettant de répondre aux critères de conservation émis, nous amène à renoncer à une partie des performances énergétiques du bâtiment. Leur évaluation nous a permis de valider le bien-fondé de l'opération sous cette forme. Une des conséquences remarquable est la simplification de l'intervention et en conséquence la diminution des nuisances pour les utilisateurs de la HEIG-VD durant les travaux.

Liste des documents disponibles :

- Fiche historique Bruno Corthésy, octobre 2009
- Rapport d'inspection BIFF SA, mars 2010
- Exposé des motifs et projet de décret, documentation complémentaire, juin 2010
- Etude préliminaire, Bovet & Jeker Architectes, juin 2011
- Evaluation patrimoniale, Pr. Franz Graf, EPFL, juillet 2012

Ces documents peuvent être consultés au SIPaL.

Rubén Merino - Chef de section Management de projets
Etat de Vaud, Département des finances et des relations extérieures (DFIRE)
Service Immeubles, Patrimoine et Logistique (SIPaL)
Place de la Riponne 10 - 1014 Lausanne
T + 41 21 316 73 27 - F + 41 21 316 73 47
ruben.merino@vd.ch - www.vd.ch

Assainissement énergétique de l'enveloppe du bâtiment

1 Introduction 2

1.1 Objectif du projet 2
1.2 Projets connexes 2
1.3 Evaluation patrimoniale (rapport juillet 2012) 2
1.4 Analyse énergétique de l'enveloppe du bâtiment (rapport octobre 2012) 3
1.5 Etude cadre de défense incendie 4
1.6 Vérification de la conformité parasismique 4
1.7 Diagnostic amiante 4
1.8 Options ouvertes 4
1.9 Travaux non compris 5

2 Manuel du projet 6

2.1 Organisation du projet 6
2.2 Signatures 6
2.3 Planning 7

3 Descriptif du projet 9

3.1 Energie / physique du bâtiment 9
3.2 Descriptif des travaux 28
3.3 Scénario d'intervention 38
3.4 Planning 55
3.5 Prototype 58

4 Devis 62

5 Annexes 68

5.1 Détails architectes – Etat existant
5.2 Détails architectes – Avant-projet
5.3 Détails façadier – Avant-projet
5.4 Schéma architecte – Type ouvrants
5.5 Notes techniques Emmer Pfenninger Partner AG
5.6 Documentation technique
5.7 Rapport Prona – Etude de variantes acoustiques
5.8 Evaluation patrimoniale
5.9 Rapport Estia – Analyse énergétique de l'enveloppe du bâtiment

1 Introduction

1.1 Objectif du projet

L'objectif de ce projet est d'améliorer l'enveloppe thermique de façon à

- respecter au mieux les normes SIA 380/1 (2009) et 180 (1999);
- garantir le confort des usagers pendant toute l'année;
- limiter les frais énergétiques et environnementaux tout en garantissant la durabilité de la construction.

1.2 Projets connexes

Le projet d'assainissement énergétique de l'enveloppe des bâtiments existants est étroitement lié aux deux autres projets étudiés en parallèle, à savoir :

- le projet d'assainissement des installations techniques existantes CVRSE-MCRG
- le projet d'agrandissement de la HEIG.

1.3 Evaluation patrimoniale (rapport juillet 2012)

A la demande de la section Monuments et Sites du Canton de Vaud, une évaluation patrimoniale a été effectuée par le **laboratoire des techniques et de la sauvegarde de l'architecture moderne** de l'EPFL.

La conclusion du rapport du professeur Franz Graf mentionne que cet objet est "très certainement intéressant au niveau local et aussi, sans l'ombre d'un doute, au niveau régional." Les éléments de l'évaluation amènent les experts à proposer d'attribuer la note 2, **soit monument d'importance régionale**, et éventuellement de l'inscrire à l'inventaire.

Dès lors, la stratégie d'intervention doit prendre en compte la valeur architecturale des bâtiments. La rénovation de l'enveloppe du bâtiment sera effectuée "à l'identique".

"Dans cette option, il faudra veiller à ce que l'image originale des modules vitres d'origine soit réellement et rigoureusement respectée."

Les éléments suivants sont concernés :

- les partitions (proportions exactes des vides et des menuiseries)
- les dimensions et les épaisseurs
- les teintes
- les finitions, (modalités d'assemblage des composants, traitement des surfaces, etc.)

<u>Les ouvrants :</u>

Le choix des coulissants mis en place permet la correcte ventilation naturelle, tout en évitant l'encombrement important des grands vantaux.

Le rapport met en exergue plusieurs éléments permettant de préconiser **le maintien du système d'ouverture existant**.

La partition des façades :

Le module de 60 cm privilégié par l'architecte est issu de profondes réflexions. Il apporte un maximum de souplesse en s'adaptant au mieux aux divers corps de bâtiment.

La cohérence générale de l'expression architecturale est assurée par la déclinaison de divers panneaux réutilisant ce module de base.

1.4 Analyse énergétique de l'enveloppe du bâtiment (rapport octobre 2012)

Dans le cadre du développement du projet une analyse énergétique a été effectuée par le bureau **ESTIA** qui a établi un rapport "analyse énergétique de l'enveloppe du bâtiment, octobre 2012."

Ce rapport permet de fixer :

- la surface de référence énergétique (SRE) à 21'983 m2 => **admis 22'000 m2**

- les besoins de chaleur théorique (M3/m2) établis à 415 M3/m2 pour l'ensemble des bâtiments existants.

Points notamment traités par le rapport :

- Affinement de la partie vide sanitaire pour justifier l'isolation de ce vide.
- Prise en compte des faiblesses du bâtiment en termes de ponts thermiques.
- Calcul de la surface énergétique de 22'000 m2 avec un bilan par bloc : Tour, cafeteria, aila, barres A-B-C-D.
    - Bilan en conditions standards (=conditions idem que lors du dépôt d'un permis de construire) avec le constat d'un net décalage par rapport à la consommation effective.
    - En effet, les charges internes dues à l'éclairage sont actuellement supérieures à celles prises en compte en conditions standards.
- Simulation en mode transformé (gains via l'assainissement des façades, via les performances des nouvelles installations, via un travail à plus basse température, via une réduction de la ventilation et des apports thermiques internes).
- Remarque : les résultats de l'étude patrimoniale ne permettent malheureusement pas d'atteindre les objectifs énergétiques fixés par le Canton de Vaud lors de la transformation de bâtiment.

Récapitulatif : différences en MJ/an, Référence 415 « en conditions standards »

- 1. Changement fenêtres Δ -98
- 2. Contrecœur + poteaux Δ -15
- 3. Tranches derrière caisson store (isolation) Δ -0
  Non mesurable.
  Pas défendable du point de vue du coût.

- 4. Isolation plancher (bande parallèle à la façade) Risque de point de rosée jugé très faible.	Δ -0
- 5. Vide sanitaire (option)	Δ -29
- 6. Murs contre vide sanitaire	Δ -0. Pas justifié d'isoler.
- 7. Toitures	Δ -28. Refaites il y a env. 10 ans
- Total de la différence des points 1+2	302
Total de la différence des points 1+2+5	273 (+143% valeur limite SIA en mode transformation)
- Valeur limite SIA pour transformation	191 (base 100%)

L'importance des travaux mise en relation avec le coût, l'énergie nécessaire aux modifications ainsi que les nuisances causées paraît déraisonnable pour traiter les points 3, 4, 6 et 7.

Certaines autres mesures, tel que la réfection des toitures, peuvent être entreprises en tout temps en fonction de l'état de vieillissement des différents éléments constructifs.

1.5 Etude cadre de défense incendie

Une expertise de protection incendie a été effectuée par l'institut **Swissi**. Les répercussions de cette étude sur les travaux d'assainissement de l'enveloppe sont insignifiantes. Elles ne sont pas intégrées dans l'étude de l'avant-projet.

Toutes les adaptations à l'intérieur du bâtiment (paroi/portes coupe-feu, chemins de fuite, pertes de secours, …) ne font pas partie de la présente étude.

1.6 Vérification de la conformité parasismique

Une première évaluation selon étape 1 des directives de l'OFEG (office Fédéral des Eaux et de la Géologie), effectué par Meylan Ingénieurs SA a montré que le bâtiment a une priorité 2 nécessitant le passage à l'étape suivante de l'évaluation.

Le bureau d'ingénieur BG a été mandaté par le SIPAL pour l'étape 2 de l'évaluation de la sécurité parasismique de la structure. Ce résultat sera intégré dans le cahier de projet définitif.

1.7 Diagnostic amiante

Un diagnostic amiante général a été effectué en avril 2006. Ce dernier a relevé la présence d'amiante à plusieurs endroits du bâtiment.

Une nouvelle analyse a été effectuée en mars 2012 par le bureau BatiScan. Elle fait apparaître un élément en relation avec le mandat contenant de l'amiante, soit :

- Revêtement de façade en fibrociment

Le remplacement de ces éléments ponctuels de minime importance est traité par les travaux d'assainissement de l'enveloppe du bâtiment. *Cf chapitre CFC 141.9 Assainissement amiante.*

1.8 Options ouvertes

Afin d'optimiser le renouvellement d'air et de pouvoir bénéficier d'un rafraichissement nocturne géré par l'ouverture et la fermeture d'impostes motorisées, une variante avec l'intégration de ces éléments dans la partition des façades reste ouverte.

Cette option sera testée sur un des modules du prototype et reste soumise à l'acceptation de la section des Monuments et sites du SIPAL.

1.9 Travaux non compris

Les travaux suivants ne sont pas compris dans cet avant-projet :

- tous les travaux en relation avec la mise en conformité feu selon rapport Swissi ;
- tous travaux CVSRE (mandat 618) ;
- installations de chantier liées au mandat 618 ;
- protections et aménagements provisoires liés au mandat 618 ;
- mesures parasismiques.

2 Manuel du projet

2.1 Organisation du projet

2.1.1 Mandant

MO	ETAT DE VAUD Département des finances et des relations extérieures DFIRE Service Immeubles, Patrimoine et Logistique SIPAL Place de la Riponne 10 1014 Lausanne
Utilisateurs	HEIG-VD Route de Cheseaux 1 1401 Yverdon-les-Bains

2.1.2 Commission de projet

Président	Ruben Merino, chef de projet SIPAL
Membres	Christopher Pyroth Roland Prélaz-Droux Philippe Moser

2.1.3 Mandataire

Architecte	Dolci Architectes Sàrl Rue des Pêcheurs 8 1400 Yverdon-les-Bains

2.1.4 Mandataires sous-traitants

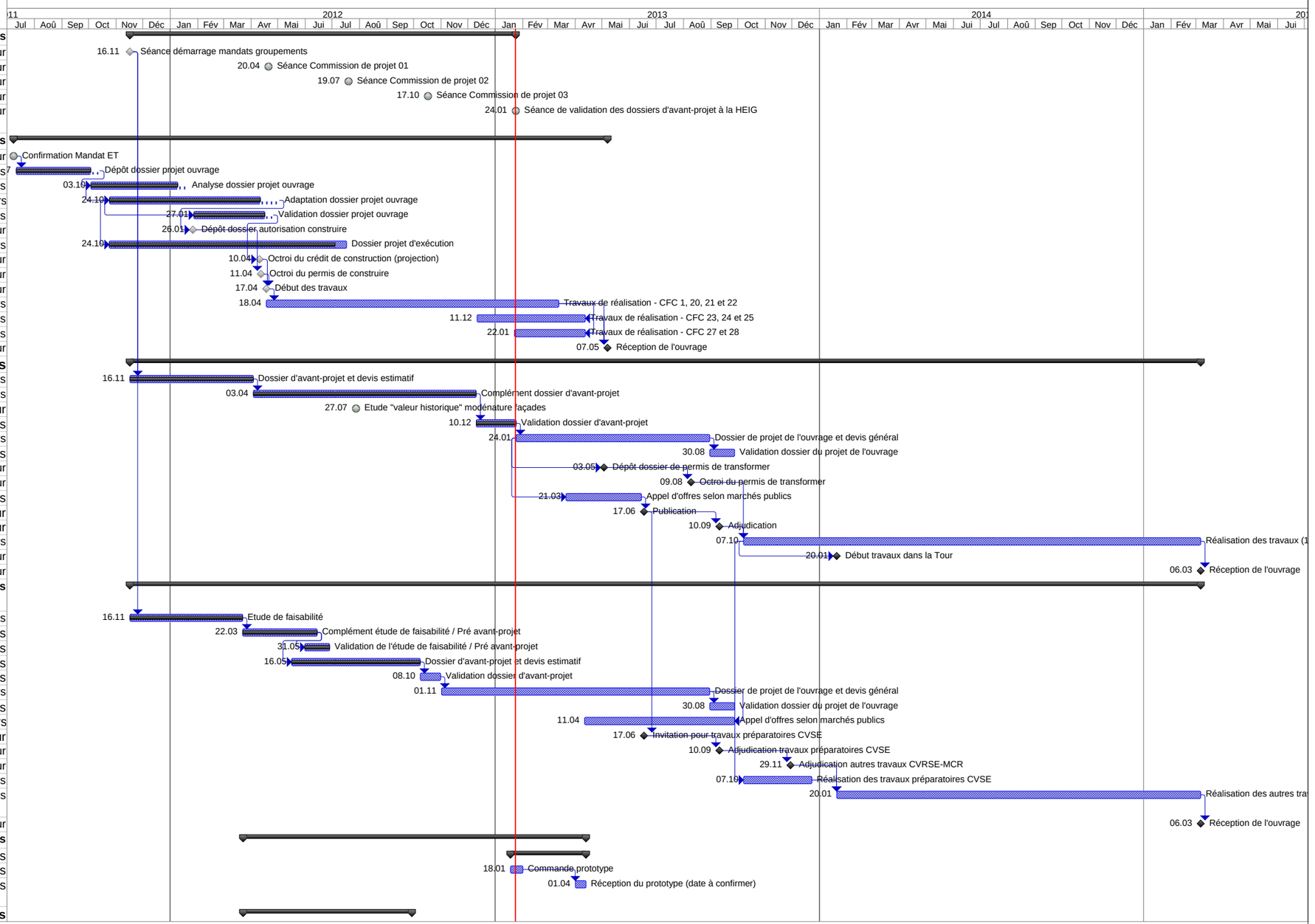
Ingénieur civil	BG Ingénieurs Conseils Lausanne Avenue de Cour 61 Case postale 241 1001 Lausanne
Ingénieur CVS	BG Ingénieurs Conseils Lausanne Avenue de Cour 61 Case postale 241 1001 Lausanne
Ingénieur façades	Emmer Pfenninger Partner SA Weidenstrasse 13 4142 Münchenstein

2.2 Signatures

Président de la com-projet	Ruben Merino	.....
Membres de la com-projet	Christopher Pyroth	.....
	Roland Prélaz-Droux	.....
	Philippe Moser	.....
Chef de la division architecture et ingénierie	Yves Golay	.....

2.3 Planning

N°	Nom de la tâche	Durée
1	**1 - PRESTATIONS DU MAÎTRE D'OUVRAGE**	**288.88 jours**
2	Séance démarrage mandats groupements	0 jour
3	Séance Commission de projet 01	0 jour
4	Séance Commission de projet 02	0 jour
5	Séance Commission de projet 03	0 jour
6	Séance de validation des dossiers d'avant-projet à la HEIG	0 jour
7	**2 - Affaire 517 - Extension en Entreprise totale**	**454 jours**
8	Confirmation Mandat ET	0 jour
9	Dépôt dossier projet ouvrage	60 jours
10	Analyse dossier projet ouvrage	60 jours
11	Adaptation dossier projet ouvrage	112 jours
12	Validation dossier projet ouvrage	56 jours
13	Dépôt dossier autorisation construire	0 jour
14	Dossier projet d'exécution	180.5 jours
15	Octroi du crédit de construction (projection)	0 jour
16	Octroi du permis de construire	0 jour
17	Début des travaux	0 jour
18	Travaux de réalisation - CFC 1, 20, 21 et 22	223 jours
19	Travaux de réalisation - CFC 23, 24 et 25	78 jours
20	Travaux de réalisation - CFC 27 et 28	58 jours
21	Réception de l'ouvrage	0 jour
22	**3 - Affaire 518 - Renovation de l'enveloppe**	**828 jours**
23	Dossier d'avant-projet et devis estimatif	89 jours
24	Complément dossier d'avant-projet	176 jours
25	Etude "valeur historique" modénature façades	0 jour
26	Validation dossier d'avant-projet	23 jours
27	Dossier de projet de l'ouvrage et devis général	154 jours
28	Validation dossier du projet de l'ouvrage	20 jours
29	Dépôt dossier de permis de transformer	0 jour
30	Octroi du permis de transformer	0 jour
31	Appel d'offres selon marchés publics	60 jours
32	Publication	0 jour
33	Adjudication	0 jour
34	Réalisation des travaux (17 mois , à confirmer)	359 jours
35	Début travaux dans la Tour	0 jour
36	Réception de l'ouvrage	0 jour
37	**4 - Affaire 618 - Assainissement installations techniques CVSRE-MCR**	**828 jours**
38	Etude de faisabilité	81 jours
39	Complément étude de faisabilité / Pré avant-projet	59 jours
40	Validation de l'étude de faisabilité / Pré avant-projet	20 jours
41	Dossier d'avant-projet et devis estimatif	101 jours
42	Validation dossier d'avant-projet	17 jours
43	Dossier de projet de l'ouvrage et devis général	204 jours
44	Validation dossier du projet de l'ouvrage	20 jours
45	Appel d'offres selon marchés publics	119 jours
46	Invitation pour travaux préparatoires CVSE	0 jour
47	Adjudication travaux préparatoires CVSE	0 jour
48	Adjudication autres travaux CVRSE-MCR	0 jour
49	Réalisation des travaux préparatoires CVSE	55 jours
50	Réalisation des autres travaux par étapes	292 jours
51	Réception de l'ouvrage	0 jour
52	**5 - Affaire 518 - 618 - Objets prioritaires**	**264 jours**
53	Prototype salle G02	61 jours
54	Commande prototype	10 jours
55	Réception du prototype (date à confirmer)	10 jours
56	**Chaudière**	**134 jours**



IECsa

Tâche	Jalon Mandataires	Jalon terminé	Tâche inactive	Tâche manuelle	Récapitulatif manuel	Avancement
Fractionnement	Jalon SIPAL (MO)	Jalons externes	Jalon inactif	Durée uniquement	Début uniquement	Jalons externes
Jalon	Récapitulative	Échéance	Récapitulatif inactif	Report récapitulatif manuel	Fin uniquement	

3 Descriptif du projet

3.1 Energie / physique du bâtiment

3.1.1 Aspect énergétique (rapport BG du 20 décembre 2012)

Contexte et Objectif

L'objectif de ce rapport est de comparer les performances des éléments d'enveloppe transformés selon l'avant-projet avec les *performances ponctuelles* requises par la norme SIA 380/1.

En effet, le rapport remis par Estia « Bâtiments de l'HEIG-VD à Yverdon-les-Bains – Analyse énergétique de l'enveloppe du bâtiment », daté d'octobre 2012, montre que la *performance globale* exigée par la norme SIA 380/1 n'était pas atteignable[1]. C'est pourquoi, le justificatif thermique n'étant pas admissible en performance globale, il doit être établi selon les performances ponctuelles requises.

Les éléments transformés sont listés ci-dessous et examinés sous l'angle de leur respect des exigences de la norme.

De plus, ce rapport prend en compte la décision du Service monuments et sites de recenser en note *2* le bâtiment de l'HEIG-VD, sis route de Cheseaux 1 à Yverdon-les-Bains.

Façades contre extérieur

Il s'agit des contrecœurs des fenêtres. En effet, tout ce qui dépasse15 cm du vitrage (cadre élargi, panneau) doit satisfaire aux exigences fixées pour les éléments de construction opaques ou pour les caissons de store, même si inclus dans les dimensions nettes de la fenêtre.

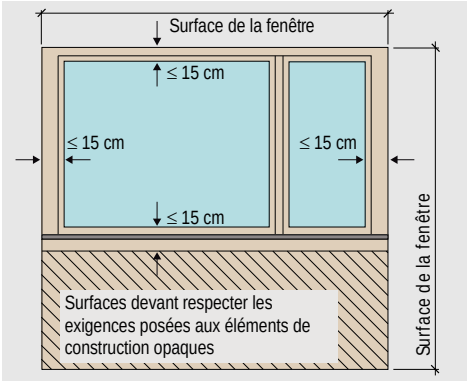


Figure 1 – Surfaces devant respecter les exigences posées aux éléments de construction opaques. Source: OFEN « La fenêtre dans le justificatif thermique »

Dans notre cas, les contrecœurs de la tour et des laboratoires seront isolés avec 10 cm de matériau isolant type laine de roche ou laine de verre (λ = 0.040 W/m/K) (voir détail de façade à l'échelle 1:5 dans le dossier d'avant-projet).

[1] Valeur limite à 191 MJ/m²/an pour un besoin de chaleur calculé à 242 MJ/m²/an dans le meilleur des cas

La valeur U est d'environ 0.35 W/m²/K. Cette valeur est incompatible avec la valeur cible[2] de la norme SIA 380/1 qui requiert une valeur de 0.15 W/m²/K, avec la valeur limite de cette même norme (U=0.25 W/m²/K), ainsi qu'avec l'octroi de subventions fédérales (U=0.20 W/m²/K).

Une dérogation pour la non-atteinte de la valeur réglementaire devra être demandée au SEVEN.

Dalles

Le Service Immeubles, Patrimoine et Logistique a décidé de conserver l'aspect architectural des dalles en béton-armé (apparentes à l'extérieur) aux niveaux D et E sous l'administration. Celles-ci ne pourront donc pas être isolées depuis l'extérieur. Il a de plus été décidé de conserver le chauffage au sol actuel. Il n'est donc pas prévu d'ajouter d'isolation thermique.

Les dalles de l'appartement du concierge et du foyer de l'Aula ne seront pas isolées non plus.

Murs et sols contre non chauffé (abris PC et locaux techniques)

Les travaux de rénovation de ces zones n'ont pas été étudiés, ni devisés, dans le cadre du présent avant-projet.

Sols contre vide sanitaire non-chauffé

Il s'agit en fait d'isoler les plafonds des vides sanitaires.

Cette intervention est gardée en option par le Service Immeuble, Patrimoine et Logistique.

Dans ce cas-ci, la norme prescrit une valeur cible U de 0.20 W/m²/K et des subventions sont accessibles avec une valeur U de 0.25 W/m²/K.

Une épaisseur de 16 centimètres d'isolant type Flumroc Topa (laine de pierre, λ = 0.035 W/m/K), correspondant à une valeur U de 0.20 W/m²/K, est à prévoir dans ces zones-ci.

L'isolation des vides sanitaires est également abordée dans une autre étude (voir Cahier d'avant-projet CVSRE-MCRG, Version E du 05.11.2012).

Fenêtres et portes-fenêtres

Les vitrages prévus admettent un taux de transmission d'énergie globale $g_{\perp}$ supérieur à 0.3, comme exigé par la SIA 380/1 lors de justificatifs par la performance ponctuelle.

Toutefois, le Service monuments et sites a décidé de conserver l'aspect architectural des fenêtres d'origine, rendant impossible le recours à des vitrages triples sur toutes les fenêtres. De même, les cadres compatibles avec la préservation architecturale ne pourront pas assurer l'atteinte des valeurs SIA 380/1. De ce fait, les valeurs limites et valeurs cibles de la SIA 380/1 ne sont pas accessibles pour les fenêtres et **une dérogation devra être demandée au SEVEN pour des raisons de préservation du patrimoine construit**.

L'avant-projet prévoit le recours à du triple vitrage sur les parties supérieures et inférieures des fenêtres et à du double vitrage sur les parties centrales (coulissantes). La possibilité de recourir à un vitrage double performant de type Heat-Mirror® (U ~ 0.5 W/m²/K selon fabricant) a été en partie étudiée et devra faire l'objet d'une étude plus approfondie lors de la phase de projet de l'ouvrage.

[2] Selon l'Art. 24 du Règlement d'application de la Loi vaudoise sur l'énergie (RLVLEne) ; « les bâtiments à construire et les bâtiments à rénover dont l'Etat de Vaud est propriétaire ou dans lesquels il a une participation financière majoritaire satisfont, en plus des exigences de la loi et du règlement, aux contraintes suivantes : […] pour les rénovations, les éléments d'enveloppe concernés doivent répondre aux *valeurs-cibles* de la norme SIA 380/1. »

Portes

Les portes (opaques) auront une valeur U de 1.1 W/m²/K, compatible avec les valeurs cibles de la norme.

Les portes d'une surface supérieure à 6 m² peuvent avoir une valeur U plus élevée de 1.2 W/m²/K.

Caissons de store

Les caissons de stores seront isolés au niveau de la tête de dalle par 2 cm d´isolant haute performance à base d'aérogel (λ = 0.013 W/m/K) (voir détail de façade à l'échelle 1:5 dans le dossier d'avant-projet). La valeur U de cet élément est de 0.6 W/m²/K environ, ce qui ne répond ni à la valeur cible SIA 380/1 à respecter (U=0.3 W/m²/K), ni à la valeur limite de cette même norme (U=0.5 W/m²/K).

Il est à préciser que la géométrie de la tête de dalle et du store ne permet pas de mettre plus de 2 centimètres d'isolation.

Une dérogation pour la non-atteinte de la valeur réglementaire devra être demandée au SEVEN.

Ponts thermiques

Généralités

Une étude menée par Amstein + Walthert S.A. a examiné les risques de condensation et les ponts thermiques. Ces derniers ont été identifiés, notamment les ponts thermiques ponctuels correspondant à la jonction entre les têtes de dalle et les piliers de béton, et des solutions ont été proposées pour les réduire au maximum.

Cependant, une de ces solutions, consistant à ajouter une isolation de 2 cm sur une profondeur de 50 cm a été jugée disproportionnée d'un point de vue financier. De plus, cette mesure représente une diminution du besoin de chauffage inférieure à 0.1% (selon rapport d'Estia).

S'il s'avérait, après travaux, que des problèmes liés à l'humidité devaient apparaître (chose qui n'a pas été relevée jusqu'à présent), des mesures correctrices pourraient être prises.

L'avant-projet prévoit de réduire au maximum les ponts thermiques. Le texte qui suit aborde ceux qui posent encore problème.

Vitrage module 1 (6 pièces)

Les couloirs des laboratoires présentent des ponts thermiques au niveau des piliers béton qu'il est difficile de réduire.

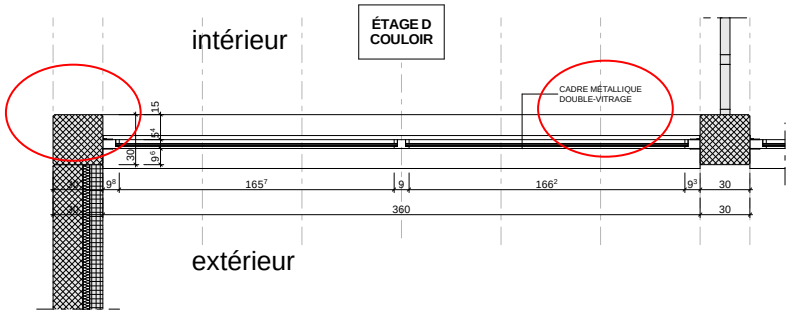


Figure 2 – Coupe horizontale couloirs
Ponts thermiques entourés en rouge

Dans ce cas, la correction du pont thermique requerrait d'intervenir par l'extérieur. Ceci dénaturerait la façade, ce qui n'est pas souhaité par le Mandant et par le Service monuments et sites. Les ponts thermiques de la Figure 2 pourraient néanmoins être atténués par une isolation intérieure (de type isolant mince) qui enroberait les piliers.

La Figure 3 ci-dessous montre le résultat d'une simulation thermique dans la partie droite de ces zones par conditions externes extrêmes (–7°C). La condensation risque d'apparaître à l'intérieur si la température de surface passe sous les 12°C (point de rosée pour une humidité relative de l'air de 60% et pour une température de l'air de 20°C). On voit que c'est le cas sur le pilier béton aux endroits entourés en rouge. Les solutions envisageables sont les suivantes.

- isoler ces piliers

- montrer (par des mesures in situ) que l'humidité intérieure ne dépasse jamais les 50%

- trouver, le cas échéant, un moyen d'évacuer l'humidité intérieure.

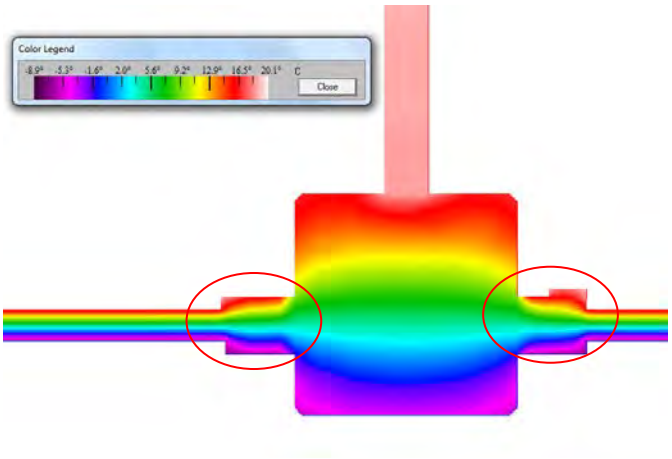


Figure 3 – Simulation THERM

Cependant, il est à noter que la zone concernée est une zone de circulation. De ce fait, il s'agit d'une aire où les occupants ne résident que peu de temps et qui est bien aérée, de sorte que l'humidité intérieure restera très probablement basse, réduisant ainsi le risque de condensation.

Locaux non-chauffés

Les locaux non-chauffés, c'est-à-dire les abris de protection civile et les locaux techniques, pourront être isolés par l'intérieur en dehors du cadre du présent avant-projet. Il faudra alors attacher une importance particulière aux ponts thermiques des raccords de parois intérieures avec les murs et plafonds/sols isolés.

Résumé

Élément de construction	État actuel	Avant-projet nov.12	Valeur cible SIA 380/1	Valeur limite SIA 380/1	Programme bâtiments (subventions)	Dérogation à demander au SEVEN
Fenêtres	Double vitrage Cadre métallique U_{glass}=2.9 W/m²/K U_{frame}=6.0 W/m²/K Fraction cadre=25%	**Triple et double vitrage** **Cadre métallique isolé** **U_{glass}=0.6 et 1.1 W/m²/K** **U_{frame}~2.7 W/m²/K** **Fraction cadre=25%** **U_{window}=1.5 W/m²/K**	U_{window}≤0.9 W/m²/K	U_{window}≤1.3 W/m²/K	U_{glass}≤0.7 W/m²/K	Oui
Contrecœurs fenêtres	U=6.0 W/m²/K	**U=0.35 W/m²/K** **10 cm laine de roche ou de verre**	U≤0.15 W/m²/K	U≤0.25 W/m²/K	U≤0.20 W/m²/K	Oui
Caisson de store	U=1.5 W/m²/K 2 cm laine minérale	**U=0.60 W/m²/K** **2 cm aérogel**	U≤0.30 W/m²/K	U≤0.50 W/m²/K		Oui
Façade pleine	U=0.8 W/m²/K 18 cm béton +4 cm laine minérale +8 cm béton	Pas d'intervention				
Mur contre non chauffé	U = 2.3 W/m²/K 30 cm béton	Pas d'intervention				
Toitures	U = 0.22 W/m²/K 28 cm béton +6 cm PUR +8 cm XPS	Pas d'intervention				
Plancher contre extérieur	U =0.9 W/m²/K 21 cm béton +4 cm isolation +8 cm chape	Pas d'intervention				
Plancher contre non chauffé	U =1.0 W/m²/K État existant	**U =0.20 W/m²/K** **État existant** **+16 cm laine de pierre sous-dalle** ***Intervention en option***	U≤0.20 W/m²/K	U≤0.30 W/m²/K	U≤0.25 W/m²/K	Non
Plancher contre terrain	U =1.0 W/m²/K État existant	Pas d'intervention				

3.1.2 Simulation du confort estival (rapport BG du 10 janvier 2013)

Dans le cadre de l'avant-projet d'architecture déposé par Dolci architectes Sàrl, concernant la rénovation de l'enveloppe de l'HEIG-VD, des simulations thermiques ont été menées pour s'assurer du confort estival dans la configuration des ouvertures prévue dans le dossier.

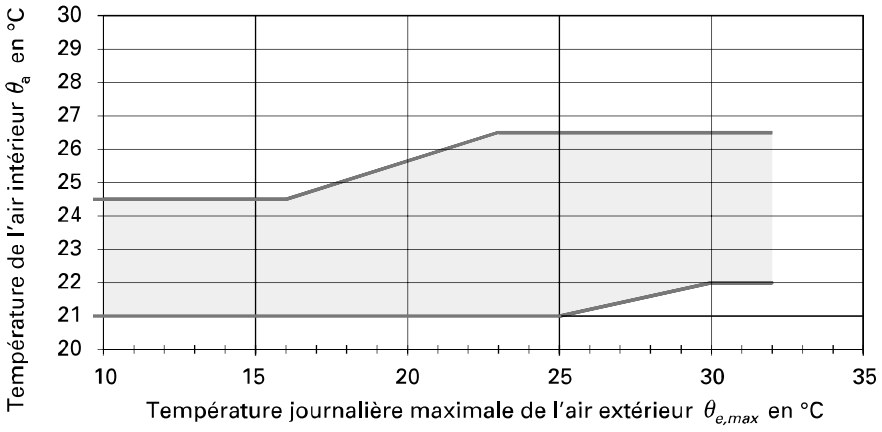
Le logiciel utilisé est DIAL+.

D'autre part, la norme SIA 382/1 (*« Installations de ventilation et de climatisation – Bases générales et performances requises »*) stipule que :

« 4.4.4.1 L'évaluation de la nécessité de refroidir l'air intérieur peut faire l'objet d'un calcul détaillé à l'aide d'une simulation dynamique conforme aux règles de l'art. Le cas échéant, le critère d'évaluation est la température de l'air intérieur, comparée à la courbe limite supérieure selon figure 6.

4.4.4.2 Selon ce calcul détaillé, la nécessité du refroidissement est donnée lorsque les valeurs horaires calculées de la température de l'air intérieur dépassent la courbe limite supérieure selon figure 6 pendant plus de 100 h/a pendant les phases d'utilisation. […] »

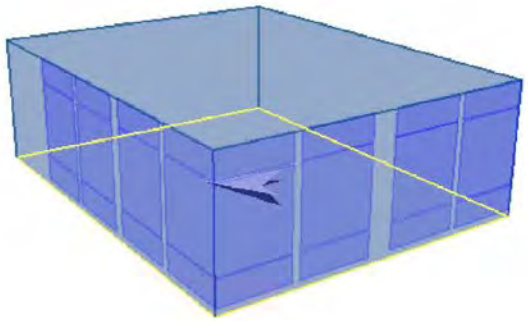
Figure 6 Plage de la température de l'air intérieur, selon la température journalière maximale de l'air extérieur

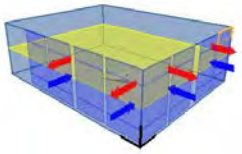


La Figure 6 représente en fait (en grisé) la plage de confort des occupants. Cette figure est reprise ci-dessous avec chaque résultat de simulation.

A titre informatif, le calcul est aussi fourni selon la norme européenne EN 15251, qui utilise une moyenne glissante sur 48h et une zone de confort différente de la SIA 382/1. La norme européenne présente une fourchette de confort glissante pour les températures extérieures les plus chaudes, et donne un autre point de vue pour les bâtiments rafraîchis naturellement. Ainsi un bâtiment confortable au sens de la norme EN 15251 sera toujours plus frais de quelques degrés par rapport à la température extérieure, alors qu'un bâtiment confortable au sens de la norme SIA 382/1 ne dépasse que rarement 26.5°C, même en cas de grande chaleur extérieure.

Simulations salle de classe (H03)





Hypothèses sur les taux d'occupation

Hypothèses d'occupation extrêmes :

- 30 personnes : 27.5 W/m²
- 30 PC portables : 8 W/m²

Présence de 8h à 20h (avec occupation négligeable entre 12h et 14h et entre 18h et 20h), 365 jours par année.

Ces hypothèses sur le taux d'occupation et cet horaire sont utilisés dans toutes les variantes.

De plus, les heures de surchauffe sont calculées uniquement sur les heures d'occupation (de 8h à 20h).

Récapitulatif des résultats

Les heures de surchauffe sont résumées dans le tableau ci-dessous. Le détail des simulations et hypothèses de travail est donné plus bas.

Le projet de rénovation sélectionné et devisé dans l'avant-projet apparaît à la variante 2.

La variante 4 est présentée en option dans l'avant-projet.

Variante	Projet	Protections solaires	Taille des ouvrants	Inertie	Ventilation nocturne	Surchauffe	
1	Etat actuel	Oui	Grande	Petite	Non	1 177 h/an	98 j/an
2	Sans inertie plafond (variante retenue pour l'avant-projet)	Oui	Grande	Petite	Oui	1 234 h/an	103 j/an
3	Sans ventilation nocturne	Oui	Grande	Grande	Non	899 h/an	75 j/an
4	Impostes supérieures	Oui	Faible	Grande	Oui	1 788 h/an	149 j/an
5	Impostes supérieures et inférieures	Oui	Moyenne	Grande	Oui	642 h/an	54 j/an
6	Projet « idéal »	Oui	Grande	Grande	Oui	583 h/an	49 j/an

Analyse

Variante 1 (état actuel)

Dans l'état actuel, les salles de classe présentent de sérieux problèmes de surchauffe estivale si elles sont occupées de manière nominale. Ceci est en grande partie causé par la fermeture systématique des ouvrants en début de soirée par l'équipe d'entretien, et ce, même pendant les périodes de grandes chaleurs.

Variantes 2, 3 et 6

Des protections solaires efficaces sont déjà présentes dans l'état actuel et sont prévues pour le projet de rénovation, les leviers restants qui peuvent permettre d'améliorer le confort estival sont donc:

- la ventilation naturelle nocturne (variante 2), c.-à-d. le projet choisi
- l'accès à l'inertie (variante 3).
- les deux simultanément (variante 6), c.-à-d. le projet « idéal »

Pendant la nuit, l'air extérieur rafraîchit gratuitement les locaux, qui ont alors assez d'inertie pour encaisser les charges thermiques de la journée du lendemain sans trop dériver en température. Dans le cas d'occupation extrême, les locaux présentent tout de même un problème de surchauffe résiduel dû aux importantes charges internes que représentent les élèves. Cette surchauffe disparaît lors d'une utilisation normale de la salle.

Si l'on supprime l'une de ces mesures complémentaires, les locaux surchauffent très rapidement devant les importantes charges thermiques, ou bien ne sont simplement pas rafraîchis pendant la nuit. Le fait que les heures de surchauffe sont plus nombreuses dans la variante 2 (projet devisé dans l'avant-projet) que dans la variante 1 (projet actuel) vient du fait que le bâtiment est mieux isolé (effet thermos).

Variantes 4 et 5

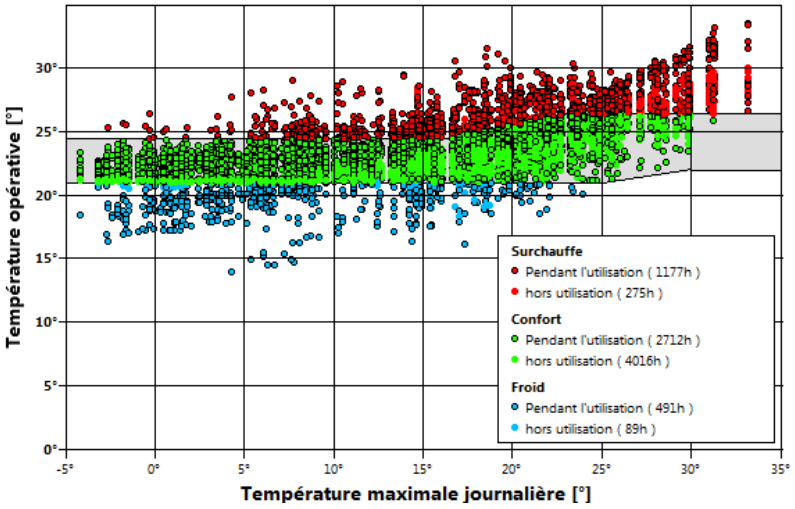
L'ouverture des impostes supérieures uniquement ne permet pas un débit suffisant pour le rafraichissement nocturne des locaux (variante 4). En revanche, l'ouverture combinée des impostes supérieures et inférieures permet d'arriver à des performances similaires à celles de l'ouverture totales de fenêtres principales (variante 5).

Détail des simulations

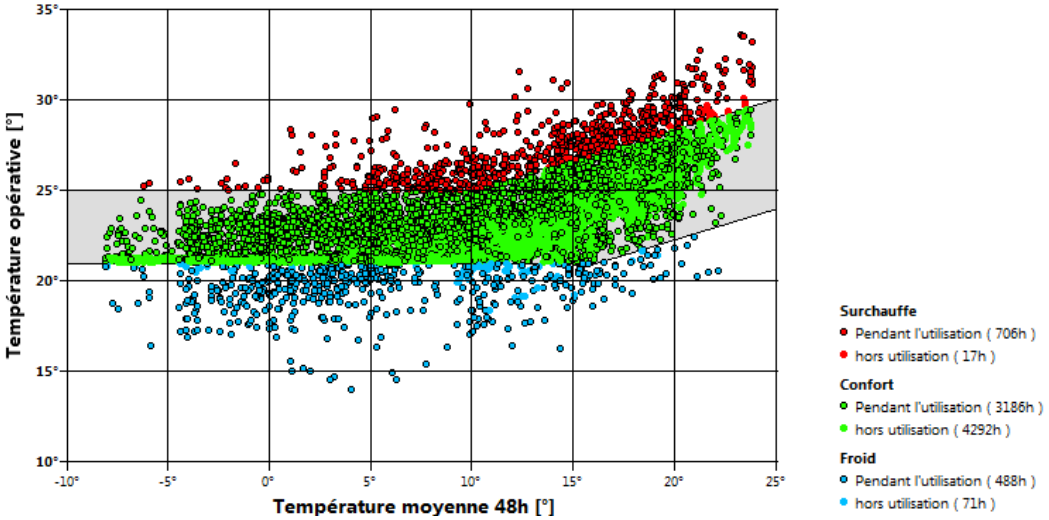
Variante 1 – Etat avant rénovation

- Fenêtres coulissantes
- Pas d'accès à l'inertie du plafond
- Régulation idéale des protections solaires
- Régulation idéale des fenêtres 12h/24h de 8h00 à 20h00

SIA 382/1



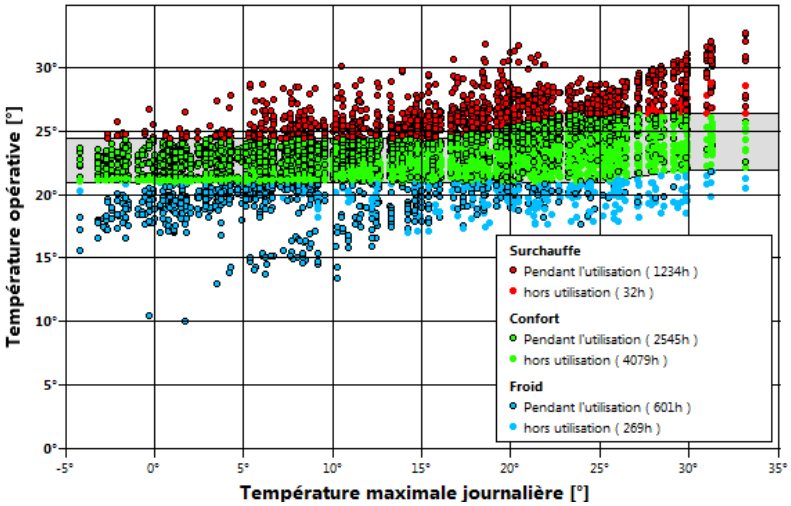
EN 15251



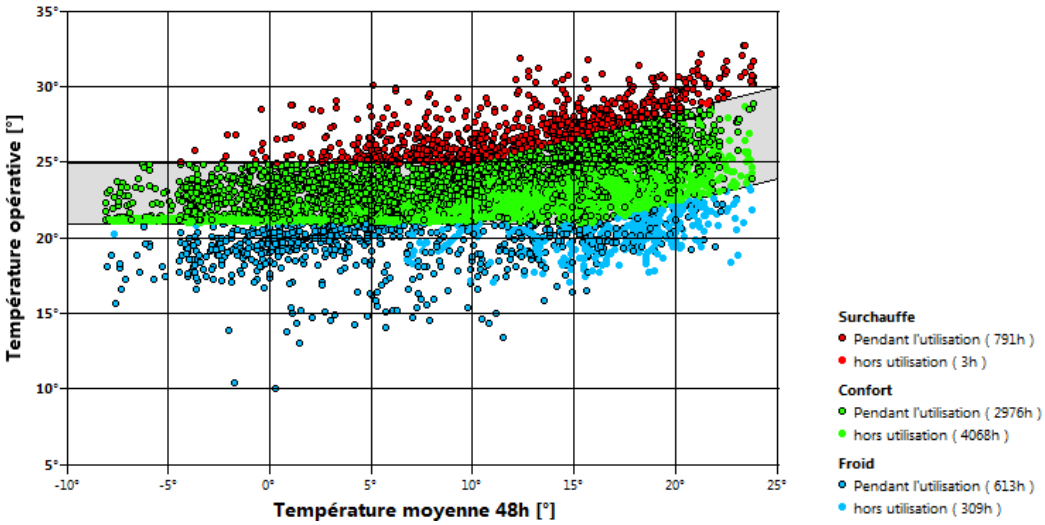
Variante 2 - Projet de rénovation choisi (sans inertie plafond)

- Fenêtres coulissantes
- Pas d'accès à l'inertie du plafond
- Régulation idéale des protections solaires
- Régulation idéale des fenêtres 24h/24h

SIA 382/1



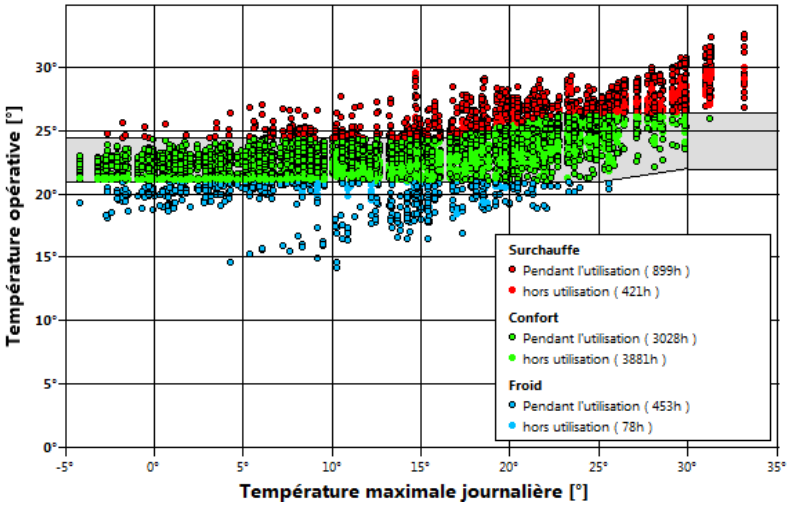
EN 15251



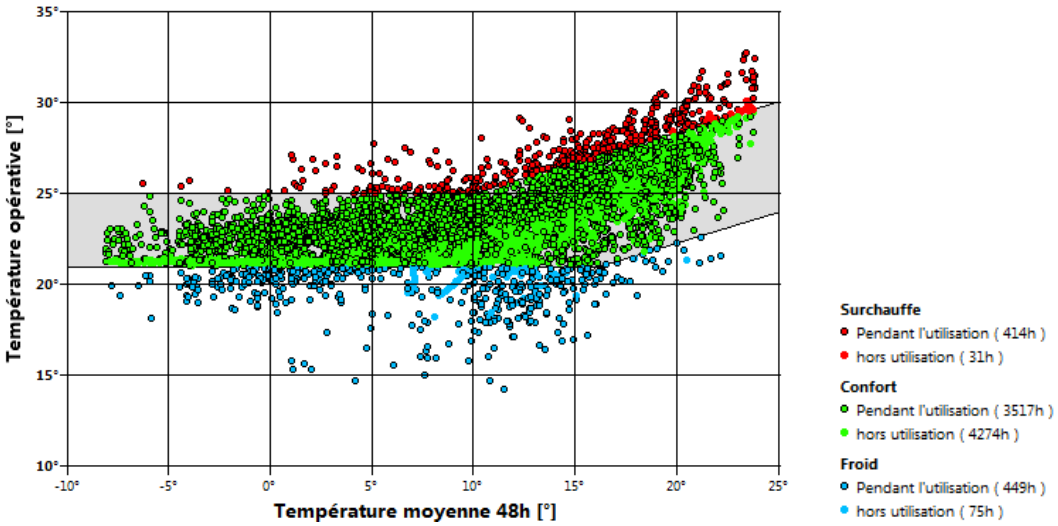
Variante 3 - Projet de rénovation (sans ventilation nocturne)

- Fenêtres coulissantes
- Accès à l'inertie du plafond
- Régulation idéale des protections solaires
- Régulation idéale des fenêtres 12h/24h de 8h00 à 20h00

SIA 382/1



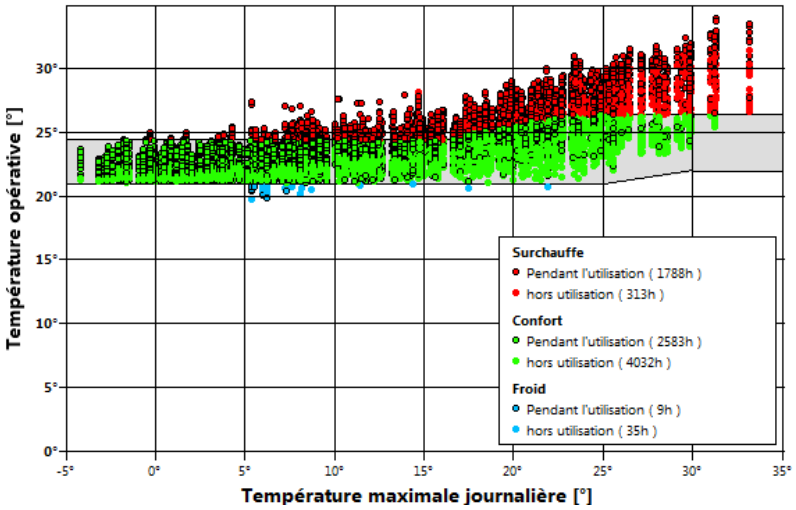
EN 15251



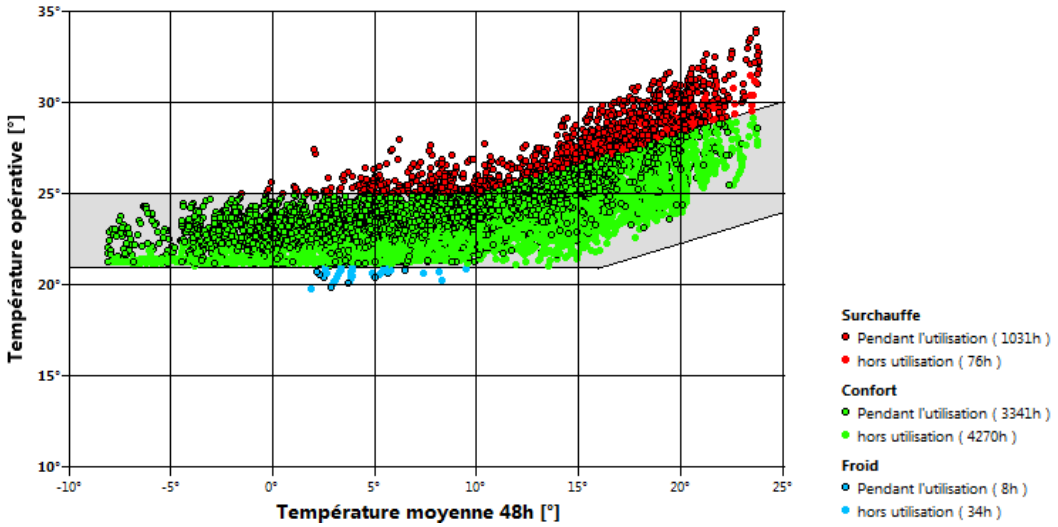
Variante 4 - Projet de rénovation (impostes supérieurs)

- Impostes supérieurs uniquement
- Accès à l'inertie du plafond
- Régulation idéale des protections solaires
- Régulation idéale des fenêtres 24h/24h

SIA 382/1



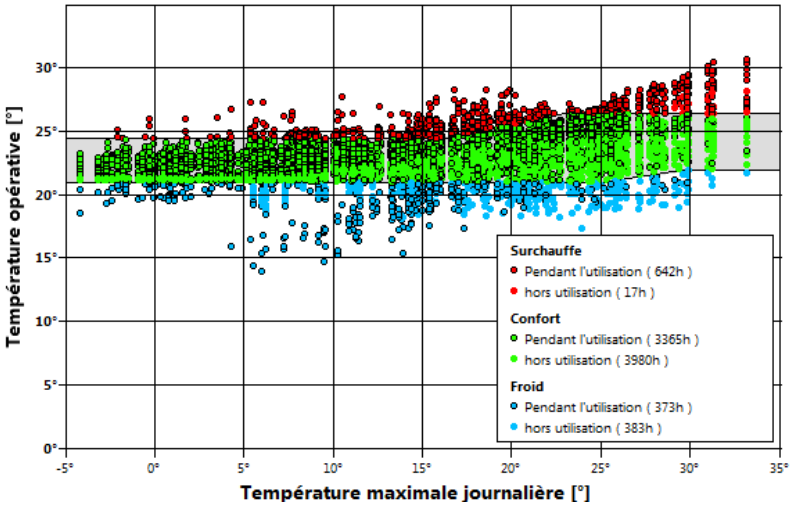
EN 15251



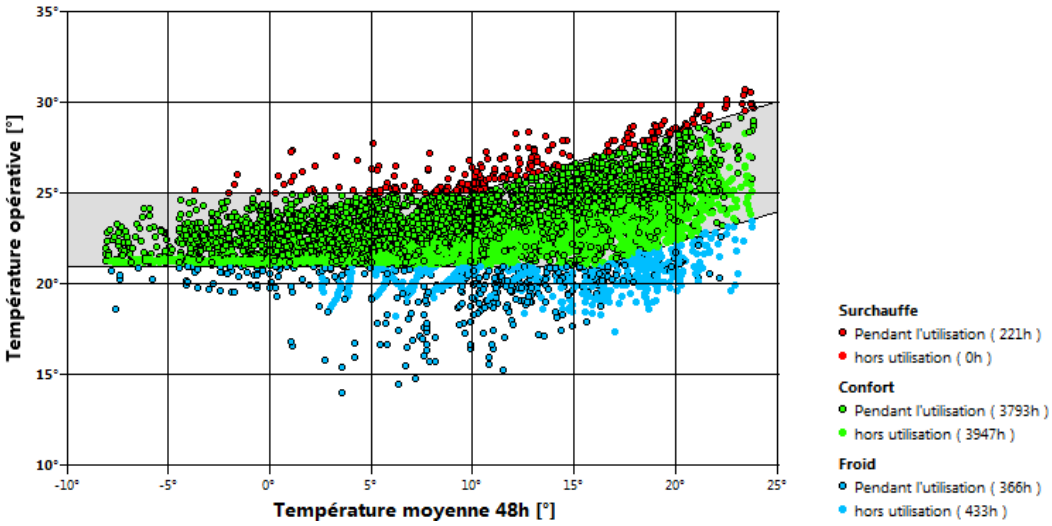
Variante 5 - Projet de rénovation (impostes haut et bas)

- Impostes supérieurs et inférieurs
- Accès à l'inertie du plafond
- Régulation idéale des protections solaires
- Régulation idéale des fenêtres 24h/24h

SIA 382/1



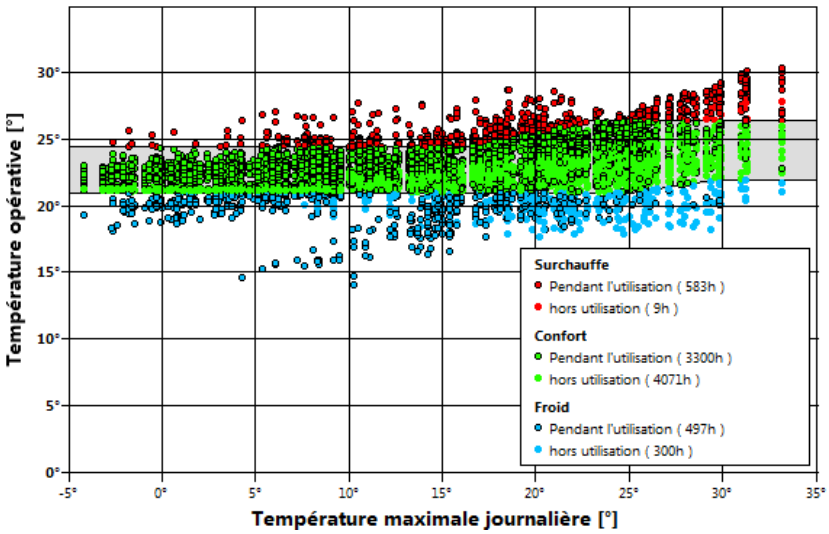
EN 15251



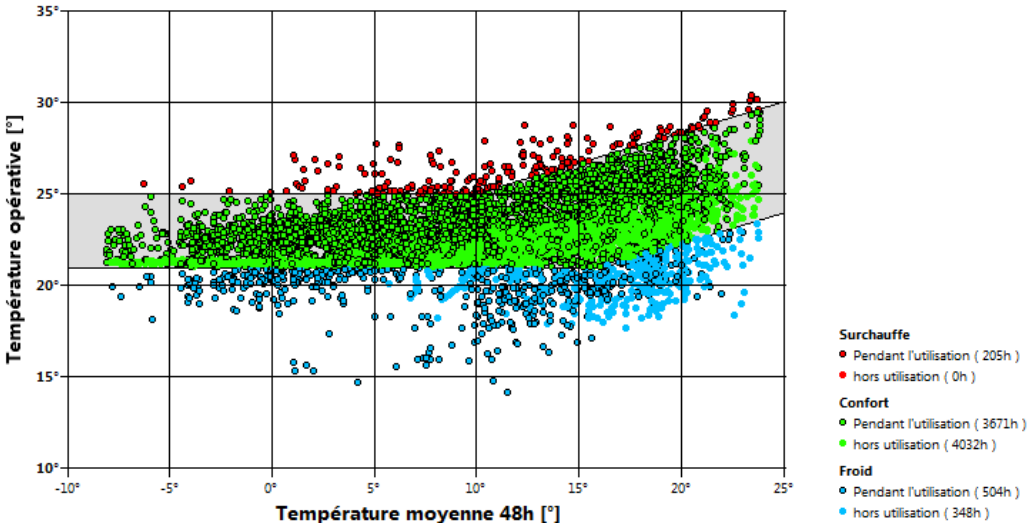
Variante 6 - Projet de rénovation (idéal)

- Fenêtres coulissantes
- Accès à l'inertie du plafond
- Régulation idéale des protections solaires
- Régulation idéale des fenêtres 24h/24h

SIA 382/1



EN 15251



Conclusion « confort estival »

Pour obtenir le confort thermique estival des salles de cours, il est préférable de réunir les conditions ci-dessous.

- Accès à l'inertie de la structure, en particulier celle du plafond
- Ouvrants suffisamment grands pour permettre une aération significative, c'est-à-dire une ouverture de toutes les impostes inférieures et supérieures, ou encore ouverture en grands des fenêtres principales.
- Possibilité d'aérer la nuit, avec des ouvrants ou des stores extérieurs sécurisés

Dans le cas où toutes ces conditions sont réunies, la surchauffe estivale est limitée, mais est toujours présente sous l'hypothèse d'occupation extrême de la salle. Le confort est en revanche exemplaire lors d'une utilisation normale (occupation de la salle 25 personnes).

Toutefois, ces conditions, idéales du point de vue du confort estival, rentrent en conflit avec les exigences phoniques et celles de la conservation du patrimoine.

3.1.3 Acoustique salles de classes (rapport Prona du 10 septembre 2012)

Le but du mandat est l'évaluation du confort acoustique d'une salle de classe témoin de la HEIG-VD et la comparaison de variantes d'aménagement des surfaces du local.

Les variantes proposées sont les suivantes :

Variante	Sol	Plafond	Parois
Référence	Moquette	Schichtex (particules de bois)	Béton / cloison légère (existant)
A	Moquette	Béton avec panneaux chauffants	Béton / cloison légère
B	Moquette	Béton avec panneaux chauffants	Correction acoustique

Une variante avec au sol une chape cirée a été écartée en cours d'étude.

Normes

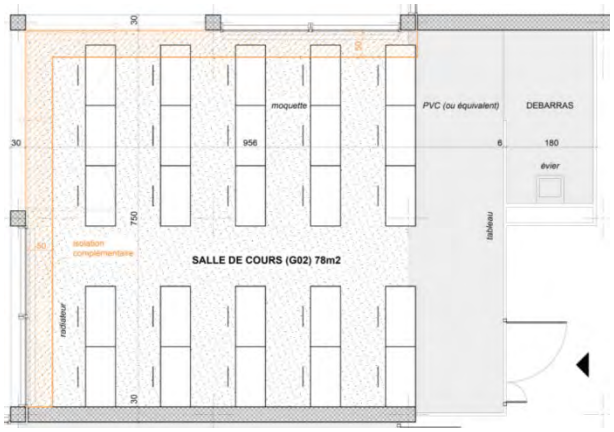
L'étude acoustique s'appuie sur la « Recommandation relative à l'acoustique des salles de classe et autres locaux destinés à la parole » de la Société suisse d'acoustique. Ce document fait référence à la norme SIA 181:2006 et la norme allemande DIN 18041.

Les exigences de la norme SIA 181:2006 portent sur le temps de réverbération de la salle occupée au moins à 80 %. Le temps de réverbération maximum T_{soll} est calculé en fonction des dimensions du local. Le temps de réverbération effectif T de la salle est calculé par octave en fonction des surfaces et des coefficients d'absorption respectifs de chaque matériau présent. Un domaine de valeurs acceptables autour de T_{soll} est défini pour chaque fréquence (voir tableaux en annexe).

Présentation des variantes

La variante de référence décrit l'état actuel de la salle. Pour des raisons thermiques, il est question d'enlever le faux-plafond acoustique afin de pouvoir profiter de la masse de béton comme régulateur de chaleur. Ainsi, pour les variantes A et B, le calcul considère un plafond en béton.

Les murs en béton ne seront pas non plus recouverts, également pour profiter de l'effet de régulateur thermique en été.



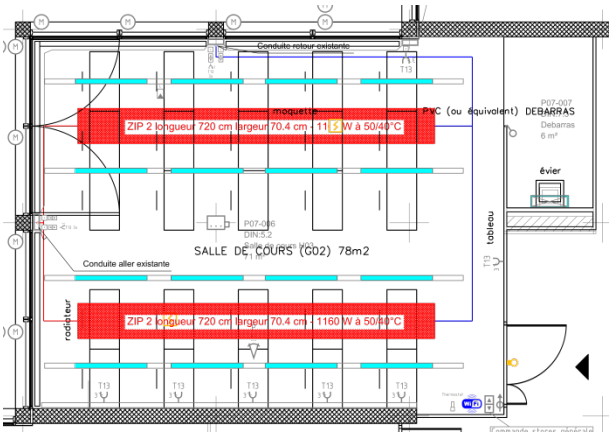
Variante de référence

La salle de cours témoin est prévue pour 25 étudiants. Le sol est recouvert de moquette, sauf à l'entrée et devant le tableau noir où un revêtement PVC est prévu. La nouvelle isolation thermique de la dalle de plafond (prévue dans le cadre de la rénovation thermique de la façade) pourra être utilisée comme surface absorbante. Son éventuel revêtement devra alors impérativement être perforé. Le débarras attenant à la salle est ouvert en permanence et pourra participer à la diminution de la réverbération.

Variante A – Panneaux chauffants

Dans la variante A, le plafond est en béton lisse. Les panneaux chauffants sont posés en applique au plafond (voir plan ci-dessous). La face visible de ces panneaux est en tôle métallique lisse.

Les murs ne sont pas modifiés pour cette variante (béton, cloisons métalliques).



Variante B – Baffles cylindriques au plafond

Pour augmenter les surfaces absorbantes sans recouvrir les surfaces en béton (murs et plafond), la variante B considère des baffles absorbants suspendus au plafond (cylindres de laine minérale). Les cylindres étant suspendus, l'énergie sonore est absorbée par toute la surface.

Résumé des variantes :

Variante	Sol	Plafond	Parois
Référence	Moquette	Schichtex (laine de bois liée au ciment)	Vitrages / Béton / cloison métallique
A	Moquette	Béton / panneaux chauffants en applique	Vitrages / Béton / cloison métallique
B	Moquette	Béton / panneaux chauffants en applique / baffles cylindriques	Vitrages / Béton / cloison métallique

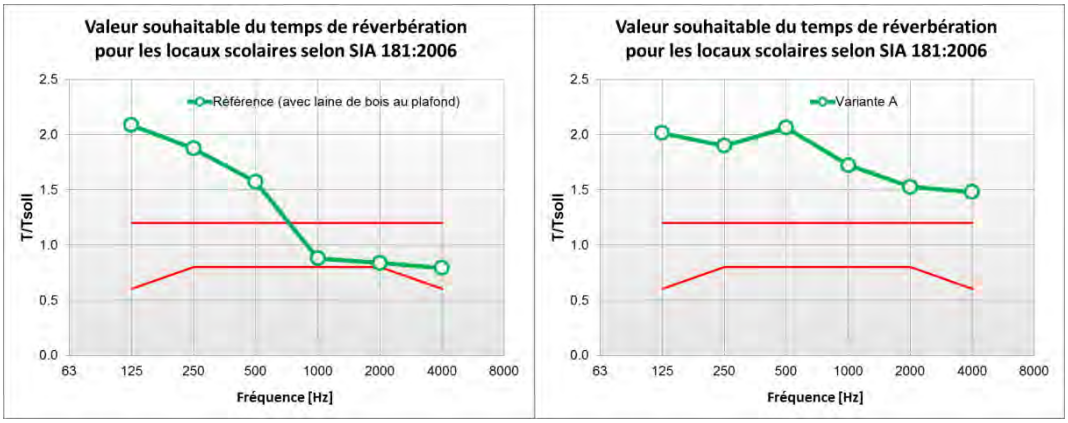
Calcul du temps de réverbération

L'exigence sur le temps de réverbération maximal selon la norme SIA 181:2006 est de T_{soll} = 0.59s.

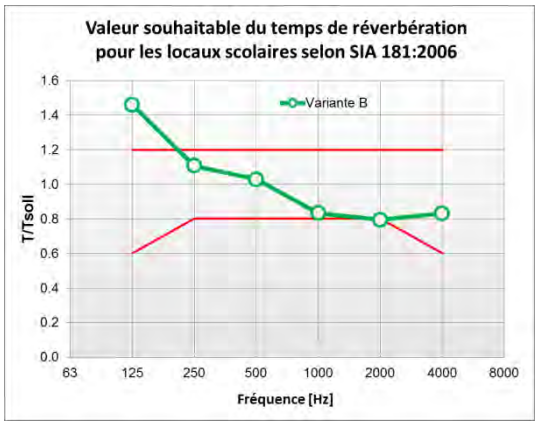
Les temps de réverbération calculés pour les trois variantes sont donnés dans le tableau suivant (voir les détails **des calculs en annexe) :**

Variante	T [s]	T_{soll} [s]
Référence	0.79	0.59
A	1.05	
B	**0.59**	

Le temps de réverbération de la salle de référence est déjà supérieur à la valeur souhaitée par la norme SIA 181:2006. La suppression du plafond absorbant (variante A) augmente encore d'environ 25% le temps de réverbération.



La variante B permet d'atteindre le temps de réverbération souhaité. Cependant, il est à noter que les basses fréquences ne sont pas suffisamment absorbées avec cette solution (voir graphique ci-dessous) et que le nombre de baffles pris en compte est important. En prenant comme exemple les baffles cylindriques audiotech de 23 cm de diamètre et 123 cm de long suspendus à 20 cm du plafond, il faut compter environ 36 baffles, répartis sur la longueur de la salle en 6 lignes. La place étant déjà prise pour les panneaux chauffants et les luminaires, la réalisation de cette variante est délicate.



Proposition d'une variante supplémentaire

Une variante C a été élaborée dans le but de trouver une solution pour diminuer la réverbération dans les basses fréquences et minimiser le nombre de baffle à suspendre au plafond. Dans cette variante, le mur en béton est recouvert de panneaux contreplaqués.

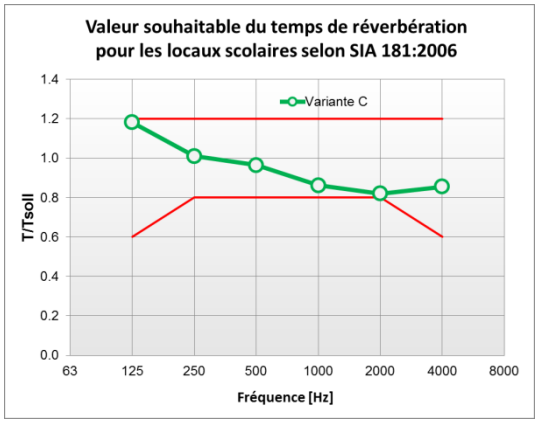
Variante supplémentaire proposée :

Variante	Sol	Plafond	Parois
C	Moquette	Béton / panneaux chauffants perforés suspendus / baffles cylindriques	Vitrages / béton / panneau contreplaqué / cloison métallique

Les différences par rapport à la variante B sont les suivantes :

- La pose d'un panneau de bois contreplaqué de 5 mm avec un vide de 5 cm contre le mur en béton permet une meilleure absorption des basses fréquences.
- L'utilisation de panneaux chauffants suspendus dont la tôle inférieure est perforée (p. exemple panneaux Carboline) diminue le besoin de baffles acoustiques.
- Vingt-cinq baffles acoustiques ø 23 cm sur 123 cm de long suffisent.

Le temps de réverbération calculé avec la variante C est de T=0.56 s et permet donc le respect de la norme SIA 181:2006. Les basses fréquences sont mieux absorbées (voir graphique ci-dessous), ce qui permet de diminuer le temps de réverbération à la limite supérieure du temps de réverbération souhaitable donné par la norme SIA 181:2006.



Conclusion « acoustique salles de classes »

Les contraintes géométriques (grandes surfaces vitrées, luminaires existants, panneaux chauffants au plafond) et de confort thermique d'été (plafond et mur en béton libres pour permettre le rayonnement thermique) laissent peu de choix pour la localisation des surfaces absorbantes.

L'étude montre, avec la variante B, que l'augmentation de la réverbération due à la suppression du plafond en laine de bois peut être compensée par la pose de 6 rangées de baffles cylindriques et l'utilisation de l'isolation thermique de la dalle comme absorbant acoustique. La variante A (sans baffles suspendues) n'est pas suffisante pour atteindre un niveau de confort équivalent à la référence. Ces trois variantes présentent cependant des temps de réverbération trop élevés dans les basses fréquences.

La variante supplémentaire C montre qu'il est possible, au prix de la couverture du mur en béton, de faire diminuer suffisamment la réverbération dans les basses fréquences. En proposant de suspendre les panneaux chauffants pour utiliser le pouvoir absorbant de leurs isolants thermiques, cette variante tire mieux parti des installations techniques prévues. De plus, il devient envisageable de suspendre toutes les installations (chauffage, baffles et éclairage) au même niveau.

L'utilisation du mur comme régulateur thermique n'est plus possible avec la variante C. Le confort thermique d'été de la salle est péjoré, mais cette variante présente un meilleur confort acoustique, en abaissant le temps de réverbération de toutes les fréquences dans le domaine souhaité pour les locaux scolaires par la norme SIA 181:2006.

3.1.4 Conclusion

L'analyse de ces différents chapitres fait apparaître que la solution « idéale » du point de vue du confort estival, soit l'accessibilité à la masse de la dalle béton est difficilement conciliable avec les exigences phoniques.

Les mesures compensatoires à mettre en place dans le cas de la suppression du plafond phonique paraissent disproportionnées et difficilement conciliable avec les exigences de la section des Monuments et Sites du SIPAL.

Dès lors, et afin de rationaliser l'intervention, la décision de maintenir les classes dans la situation de confort existant est entérinée.

3.2 Descriptif des travaux

3.2.1 Descriptif général

Ce dossier d'avant-projet concerne l'assainissement de l'enveloppe thermique du bâtiment. Il a dans un premier temps répondu aux critères définis dans l'étude préliminaire menée par le bureau Bovet Jeker sur mandat du SIPAL. A savoir, orienter l'intervention sur l'enveloppe thermique du bâtiment tout en conservant la substance d'origine du bâtiment.

L'objectif du maître de l'ouvrage est d'améliorer l'enveloppe thermique de façon à respecter au mieux les normes SIA 380/1 (2009) et 180 (1999), de garantir le confort des usagers pendant toute l'année et de limiter les frais énergétiques et environnementaux tout en garantissant la durabilité de la construction.

Suite aux remarques du service des Monuments et Sites appuyées par le rapport de l'évaluation patrimoniale, le Maître de l'ouvrage privilégie l'option de la rénovation « à l'identique ».

L'analyse du rapport Estia, amène le Maître de l'ouvrage à se positionner sur l'intervention à proposer en mettant en rapport les critères « Coût de l'intervention (nuisances) / Gains énergétiques ». Sur la base de de ce rapport l'intervention est ramenée au plus simple, soit au remplacement de la façade.

3.2.2 Descriptif par CFC

Remarques générales

Les CFC relatifs aux installations techniques (CVSE) ne sont pas intégrés dans la présente étude. Les chapitres chauffage, ventilation, installations sanitaire et installations électriques doivent être intégrés dans le mandat de projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

CFC 1 TRAVAUX PREPARATOIRES

CFC 113 Démontages

- Démontage, de l'intérieur, des ouvrants et des vitrages fixes parclosés.
- En parallèle, et à l'aide de l'échafaudage extérieur, dépose des éléments de stores ainsi que des coulisses.
- Démontage des panneaux isolés et des pièces de raccordement en tôle côté intérieur et extérieur.
- Démontage des renvois d'eau, découpage des joints silicone.
- Démontage des menuiseries (éventuellement stockage pour un remontage ultérieur).
- Dépose de l'isolation existante en tête de dalle, nettoyage de tous les raccords et surfaces.
- Tri des déchets, évacuation à la décharge et taxes d'élimination.

CFC 115 Fermetures provisoires

- Fermetures provisoires des ouvertures de façades et protection des lieux contre les intempéries jusqu'au et pendant le montage des nouveaux éléments de façades.

CFC 12 Protections, aménagements provisoires

CFC 122 Aménagements provisoires – Classes provisoires

Remarques

Le raccordement des installations techniques des bâtiments provisoires n'est pas compris dans le présent document. Il est à inclure dans l'étude du projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

Compris dans le descriptif

- Mise en place de containers type CTX containex BM20 ou similaire selon plan n° A1002, comprenant :
- 28 containers, dimensions m. extérieures 6.05 x 2.43 x 2.59 / intérieures 5.86 x 2.24 x 2.34.
- Posés sur rails de répartition sur pavage existant.
- Répartis sur 2 étages.
- Constituant 4 classes et 4 bureaux.
- Panneaux muraux : panneaux sandwich avec laine de verre, ép. mm 60.
- Plafond toiture : panneaux agglomérés, laine de verre, ép. mm 60 mm, tôle perforée.
- Plancher : structure bois-ciment, laine de verre ép. 60 mm, revêtement de sol PVC.
- Equipement électrique : lustrerie, prises courant fort, canal d'allège vide prêt à être équipé, radiateurs électriques.
- CVS : climatiseur.
- Durée de la location : 16 mois

CFC 129 Mobilier scolaire

- Fourniture et mise en place de mobilier neuf comprenant :
- Mobilier fixe : 1 tableau noir/blanc par classe.
- Mobilier classes : 24 tables, 25 chaises, 1 pupitre.
- Mobilier bureaux : 1 bureau, 1 chaise.

CFC 13 Installations de chantier en commun

CFC 131 Clôtures

- Clôture des zones de travail situées de plein pied au moyen de clôtures de chantier type Heras (hauteur 2 mètres).

CFC 132 Dessertes, places

- Exécution d'une desserte de chantier.
- Repli en fin de chantier.

CFC 133 Bureau de la Direction des Travaux

- Mise en place, location et évacuation de 2 containers pour la direction des travaux.

CFC 135 Installations provisoires

Remarque

La mise à disposition des alimentations en électricité nécessaire à la réalisation est à prévoir dans le mandat du projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

Pour la durée des travaux

- Ensemble des signalisations, barrières et éclairages de chantier.
- WC de chantiers (4 cabines), comprenant mise en place, entretien et évacuation.
- Moyens de levage, de chargement et de transport nécessaire à la réalisation des travaux : mise à disposition des moyens de levage appropriés à la situation, en nombre suffisants pour respecter et garantir le programme des travaux.

CFC 136 Frais d'énergie et d'eau

Remarques

Les alimentations en électricité et en eau pour le chantier ne sont pas comprises dans le présent document.

La mise à disposition des points de raccordement sont à inclure dans l'étude du projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

Les puissances et sections nécessaires aux installations de chantier seront communiquées en temps voulu.

- Frais de consommation d'énergie et d'eau nécessaire à la réalisation des travaux du présent document.

CFC 137 Fermetures provisoires

Laboratoires

- Fourniture et montage de parois provisoires, composées de châssis en carrelets, de revêtements en panneaux OSB bruts et d'une feuille PE.
- Déplacement des parois provisoires en fonction des étapes de travaux.

CFC 138 Tri des déchets de chantier

- Organisation d'une déchetterie de chantier selon prescriptions en vigueur.
- Entretien, évacuation régulière des bennes de chantier, taxes de décharge.

CFC 14 Adaptation de bâtiments existants

CFC 141.9 Assainissement amiante

- Dépose et évacuation selon recommandation d'éléments fibro-ciment en façade (50 pièces – dimensions cm 30 x 30).

CFC 196.7 Historien

- Evaluation patrimoniale établie par le Laboratoire des Techniques et de la Sauvegarde de l'Architecture Moderne de l'EPFL.

CFC 197 Ingénieur sécurité feu

- Expertise de protection incendie établie par l'institut de sécurité Swissi SA.

CFC 2 BATIMENT

CFC 21 Gros-œuvre 1

CFC 212.2 Eléments préfabriqués en béton

Le traitement des bétons, carbonatation et autres ne fait pas partie de la présente étude. Il pourrait être intégré à la demande du Maître de l'ouvrage.

Voir rapport BG

CFC 215.1 Echafaudages de façades

- Largeur des ponts : 60 à 70 cm, charge utile : KN/m2 2.0.
- Matériaux et exécution au choix de l'entreprise.
- Hauteur d'échafaudage en fonction des exigences légales.
- Largeur de passage minimum 60 cm, avec garde-corps et plinthes.
- Barrières de protection pour toit plat.
- Protection des toitures plates.
- Echelles d'accès aux échafaudages selon les besoins du chantier.
- Portiques et plate-forme pour entrée matériaux.
- Filets de protections toute surface échafaudage.
- Auvents de protection sur zones accessibles.
- Montage et démontage en fonction des étapes d'exécution.
- Elévateur sur rail pour dépose et repose vitrages.

CFC 221.4 Fenêtres en aluminium

- Eléments avec cadres en profilés aluminium à rupture de pont thermique, posés et fixés dans vide de gros-œuvre.
- Verre :
  - **Double vitrage isolant** pour les fenêtres coulissantes, **u : 1.1 W/m2K**
  - **Triple vitrage isolant** pour les fenêtres fixes, **u : 0.6 W/m2K**
- Valeur g, transmission de lumière, couleur, …à définir sur base du prototype.
- Coulissant : Profilés aluminium type shüco ASS 39 SC
- Fixe + imposte : Profilés aluminium type shüco AWS 70.HI
- Isolation en tête de dalle, étanchéité à l'eau et à l'air.
- Socles et bandeaux latéraux isolés.

Remarques

- Le montant devisé correspond à la variante de base (vitrage coulissant, sans imposte).
- La plus-value pour l'intégration d'impostes y compris motorisation (hors alimentation et raccordement électriques) est estimée à **Fr 335'000- TTC**.
- La variante avec verre type **« Heat mirror »** pour les vantaux coulissants a été étudiée à la demande du SIPAL. Les remarques relatives à cette proposition sont les suivantes
  - « Heat mirror » est un produit américain, avec un film qui remplace le verre intermédiaire d'un triple vitrage isolant standard.
  - Ce produit n'a pas obtenu le marquage CE (conformité aux normes européennes)
  - Un seul fournisseur distribue ce produit en Suisse.
  - Les questions liées aux différentes valeurs du vitrage (valeur u, facteur solaire, transmission lumineuse, …) devront être validées par le physicien du bâtiment.
  - La plus-value pour le remplacement du verre double des vantaux coulissants par un verre type « heat mirror » est estimée à **Fr 280'000.- TTC.**
- **Voir note technique EPP annexe 5.5.**

Note

- En cas de confirmation de l'option « remplacement des convecteurs par des panneaux chauffants » le confort des utilisateurs sera à vérifier en phase de projet.
- **Voir note technique EPP – annexe 5.5.**

CFC 22 Gros-œuvre 2

CFC 221.5 Portes extérieures en métal

- Eléments avec cadres en profilés aluminium à rupture de pont thermique, posés et fixés dans vide de gros-œuvre.

CFC 223 Protection contre la foudre

Néant

Cf Projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

CFC 224.3 Vitrages de toits plats

- Dépose, évacuation et taxes s'élimination des coupoles existantes.
- Fourniture et pose de coupoles en polycarbonate, u : 1.20 W/m2K.
- Grilles anti-chutes en acier zingué ou laquées en couleur RAL correspondant aux normes de la SUVA.

  Non compris :
- Motorisation, gestion des ouvertures et alimentations électriques

Remarques

Le montant devisé tient compte uniquement du remplacement des coupoles. Les costières sont maintenues en l'état.

CFC 225.4 Revêtements coupe-feu

Néant

Cf Projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

CFC 228 Protection solaire

- Brise-soleil orientable type Griesser Metalunic ou similaire.
- Construction tout métal avec lames autoporteuses.
- Mécanisme de traction et d'orientation intégrée dans les coulisses.
- Entraînement latéral avec chaîne à rouleaux en acier.
- Pantographe inoxydable pour l'orientation libre des lames.
- Sécurité contre le levage intégré.
- Lames : profilé rigide résistant à la flexion avec joints en matière synthétique insonorisant.
- Les lames endommagées peuvent se changer individuellement.
- Bombées et bordées des deux côtés, largeur 96 mm, en aluminium thermolaqué.
- Coulisses latérales : en aluminium extrudé, 85 x 45 mm, avec mécanisme de montée et d'orientation stable au vent et patins en matière synthétique insonorisante sur les bras orientables. Traitement thermolaqué couleur idem fenêtres.
- Fenêtres équipées de stores : idem existant.
- Classe de résistance au vent : **7** (pas de classe de résistance au vent selon norme de produits) 30.0 m/s / 105 km/h.
- Les commandes de stores sont pilotées par la station météo prévue dans le descriptif du mandat n° 618.

CFC 23 Installations électriques

Néant

Cf Projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

CFC 24 Installations de chauffage et ventilation

Néant

Cf Projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

CFC 25 Installations sanitaires

Néant

Cf Projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

CFC 27 Aménagements intérieurs 1

CFC 272.2 Ouvrages métalliques courants

- Sécurisation partielle de la toiture du bâtiment « La Tour ». Mise en place d'un garde-corps conforme aux prescriptions en vigueur.

CFC 277.0 Cloisons amovibles

- Démontage et remontage des éléments de parois métalliques pleins et/ou vitrés. Intervention sur les 2 premiers éléments à partir de la façade.
- Adaptation de la pièce de réglage selon intervention en façade.

Remarques

La dépose, les modifications et la repose des installations techniques intégrées dans les cloisons amovibles ne sont pas comprises dans le présent document.

Elles devront être intégrées dans l'étude du projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

CFC 28 Aménagements intérieurs 2

CFC 281.2 Revêtements de sols en matières synthétiques, en textiles, etc.

- Réfections partielles et ponctuelles des sols existants le long des vitrages remplacés.

CFC 281.8 Faux-plancher techniques

- Adaptations ponctuelles de planchers techniques le long des vitrages remplacés.

CFC 283.3 Plafonds en panneaux de fibres

- Dépose soignée du plafond existant sur une largeur d'environ 50 cm, le long des vitrages remplacés.
- Ajustage et repose du plafond sur la zone d'intervention.

CFC 285 Peinture

- Divers travaux de peinture intérieure.

CFC 286 Assèchement du bâtiment-Chauffage provisoire

- Mise en place, location, enlèvement de systèmes provisoires de chauffage et/ou d'assèchement.

CFC 287 Nettoyage

Remarques

Les travaux de nettoyage sont prévus dans les locaux touchés par la réfection de l'enveloppe. Le nettoyage des locaux traités par le projet connexe (installations techniques) n'est pas prévu dans le présent document.

Laboratoires (niveaux A-B-C-D-E) – Cafeteria - Aula

- En fin de phase, nettoyage de la zone touchée par les travaux de réfection de l'enveloppe du bâtiment (secteur façade/paroi de protection).

- Nettoyage des vitrages (intérieurs/extérieurs) des sols, plafonds, des faces verticales, de la lustrerie, des convecteurs.

La tour (niveaux F-G-H-J-K)

- En fin de phase, nettoyage complet des locaux touchés par les travaux de réfection de l'enveloppe du bâtiment.
- Nettoyage des vitrages (intérieurs/extérieurs) des sols, plafonds, des faces verticales, de la lustrerie, des convecteurs.

CFC 289 Déménagement

Laboratoires (niveaux A-B-C-D-E) – Cafeteria - Aula

- Déplacement du mobilier afin de libérer les 2 premiers mètres à partir de la façade.
- Remise en place du mobilier déplacé.

La tour (niveaux F-G-H-J-K)

- Déplacement du mobilier des locaux faisant l'objet des travaux dans des locaux annexes.
- Remise en place du mobilier à la fin de l'opération de rénovation.

CFC 29 Honoraires

- Ensemble des honoraires des mandataires, soit architectes, ingénieurs civils, ingénieurs CVSE, géomètre, ….

CFC 5 FRAIS SECONDAIRES

CFC 51 Autorisations, taxes

CFC 511 Autorisations, gabarits, taxes

- Demande d'autorisation : frais de publication, permis de construire, permis d'habiter, …

CFC 512 Taxes de raccordement

Néant

Cf Projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR.

CFC 52 Echantillons, maquettes, reproductions

CFC 521 Echantillons

Remarque

Mandat de projet d'assainissement des installations techniques CVRSE-MCR réalisé sur site mais non compris dans estimatif des travaux.

- Réalisation d'une classe prototype (n°G02), selon extrait plan n° A100 comprenant
- 2 modules de vitrages (2 x 3.60 x 3.30)
- Module n° 1 : ouvrant coulissant, module inférieur et supérieur fixe

- Module n° 2 : ouvrant coulissant, module supérieur ouvrant en imposte, module inférieur fixe
- Isolation tête de dalle

CFC 524 Reproduction de documents

- Frais liés à la reproduction de tous les documents pendant les phases d'étude et d'exécution.

CFC 525 Documents promotionnels

- Plaquette de présentation de l'ouvrage (compris dans déductions aux entreprises adjudicataires).

CFC 53 Assurances

CFC 531 Assurances pour travaux en cours

- Assurance Travaux de Construction pour la durée de l'opération.
- Assurance Responsabilité Civile du Maître de l'ouvrage pour la durée de l'opération.

CFC 533 Franchise

- Franchise en cas de sinistre pendant la durée des travaux, liée aux polices d'assurance décrites sous CFC 531.

CFC 55 Prestations du maître de l'ouvrage

CFC 558 Direction du projet

- Mandat de pilotage des différents mandats liés aux projets HEIG-VD.

CFC 56 Autres frais secondaires

CFC 564 Expertises

- Expertise amiante.

CFC 565 Frais de voyage

- Frais de déplacement liés à la phase d'étude préliminaire.

CFC 566 Pose de la première pierre, bouquet, inauguration

- Ensemble des frais relatifs à l'organisation de cérémonies liées aux travaux.

CFC 568 Panneau de chantier

- Panneau de chantier (compris dans déductions aux entreprises adjudicataires).

CFC 58 Comptes d'attente pour prévisions et réserve

CFC 583 Réserve pour imprévus

- Réserve pour divers travaux et imprévus (environ 10% des CFC 1 et 2).

CFC 589 Prorata

- Montant déduit des contrats des adjudicataires destiné à couvrir les frais inhérents au chantier.

CFC 9 AMEUBLEMENT ET DECORATION

CFC 98 Œuvre d'art

CFC 981 Animation artistique

- Montant à disposition pour l'animation artistique des affaires 518 et 618, conformément au règlement et à la loi sur la culture vaudoise en vigueur.

3.3 Scénario d'intervention

3.3.1 Installation de chantier locaux provisoires

Remarques

Les installations de chantier ainsi que les locaux provisoires décrits dans le présent document tiennent compte uniquement des besoins liés au mandat «assainissement énergétique de l'enveloppe du bâtiment». Les installations complémentaires nécessaires à la réalisation des travaux d'assainissement des installations techniques feront l'objet d'une étude spécifique des mandataires concernés.

Parking

Les parkings de l'école ne pourront en aucun cas être utilisés par les intervenants du chantier. Une signalisation adéquate sera mise en place.

Aucune place de stationnement ne sera mise à disposition des ouvriers ou des différents intervenants du chantier. Cet état de fait sera mentionné dans les différents cahiers d'appel d'offres et fera partie intégrante des contrats.

La mise à disposition d'une vingtaine de place de parc sera réévaluée avec la direction de l'école.

Installation de chantier

Niveau D Ouest

Ce secteur de livraison accueille la déchetterie et les sanitaires du chantier.

Toiture des laboratoires du niveau D Est

Une plateforme est aménagée sur cette toiture. Elle accueille les installations nécessaires à la réalisation des travaux, soit : bureaux de la DT, containers d'entreprises, zone de stockage, etc.

Toiture de l'administration

Cette toiture est utilisée pour y déposer les grands éléments de vitrages de la Tour. Le revêtement de toit est protégé par un platelage. La toiture est rendue accessible par une tous d'échafaudage. Elle est sécurisée, conformément aux prescriptions en vigueur par un garde-corps. Les charges admissibles sur les différentes toitures concernées seront vérifiées en phase de projet.

Distribution des vitrages

Les laboratoires

Les éléments de vitrages sont acheminés et stockés sur les cheminements longeant les façades des laboratoires.

La Tour

Deux types d'acheminement sont prévus pour la distribution des éléments de vitrages.

1. Les cadres (éléments de grande dimension) sont livrés par l'accès de chantier Ouest. Ils sont stockés sur la plateforme puis transportés sur la toiture de l'administration jusqu'au pied de façade.

2. Les composants des vitrages (coulissants, verres, …) sont acheminés par l'accès de chantier Est et distribués dans les étages par l'ascenseur. De là, ils sont répartis dans les classes en travaux.

Bruit

Le niveau de bruit des différentes opérations sera mesuré durant l'exécution du prototype. Les méthodes d'intervention ainsi que les solutions à apporter pour réduire au maximum les nuisances sonores seront étudiées en phase projet avec les entreprises adjudicataires.

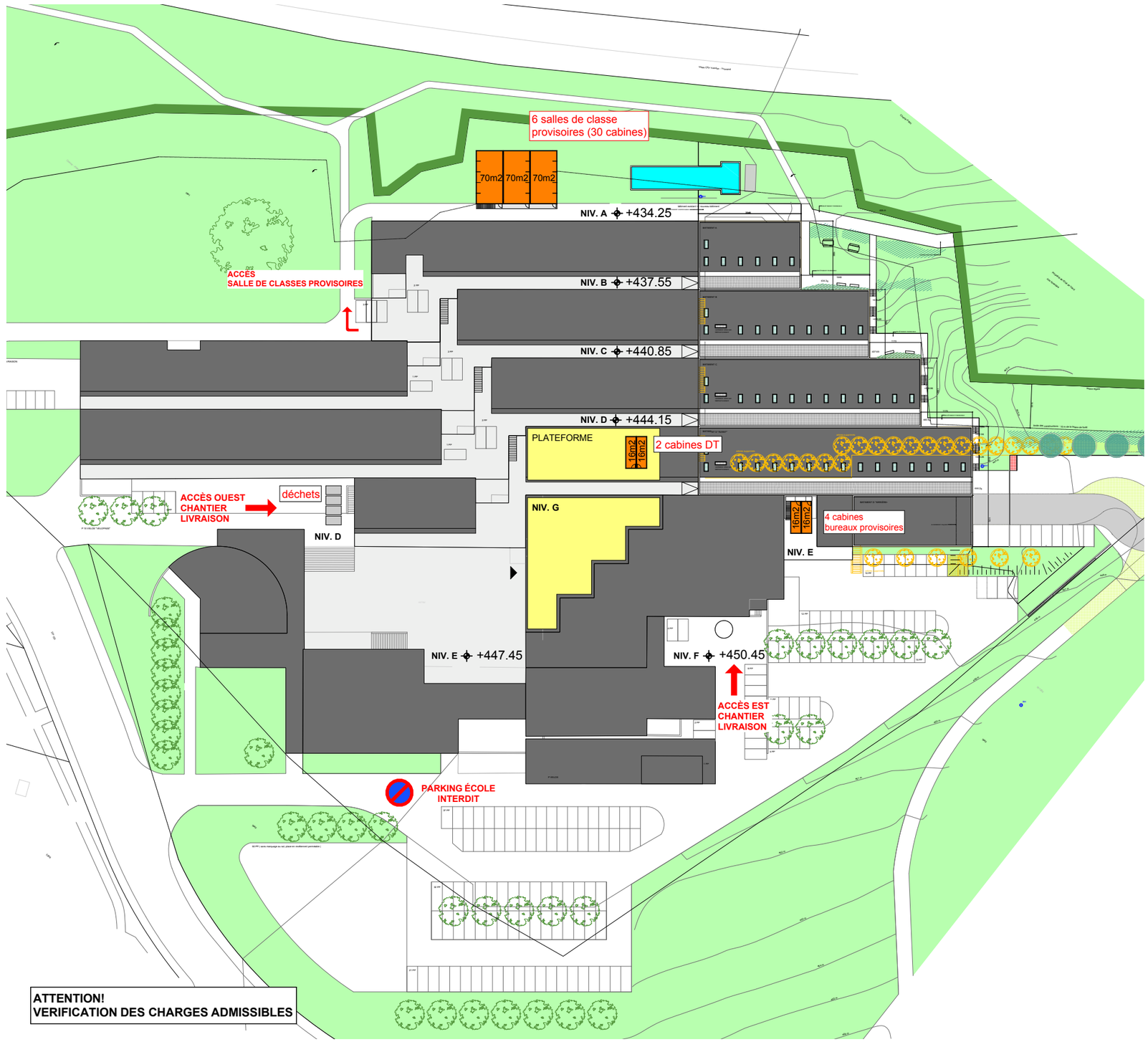
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 1002**
Format : A3

Phase : **AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS**
Titre : **INSTALLATION DE CHANTIER**

Date : 31.01.2013
Echelle : 1:1000
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



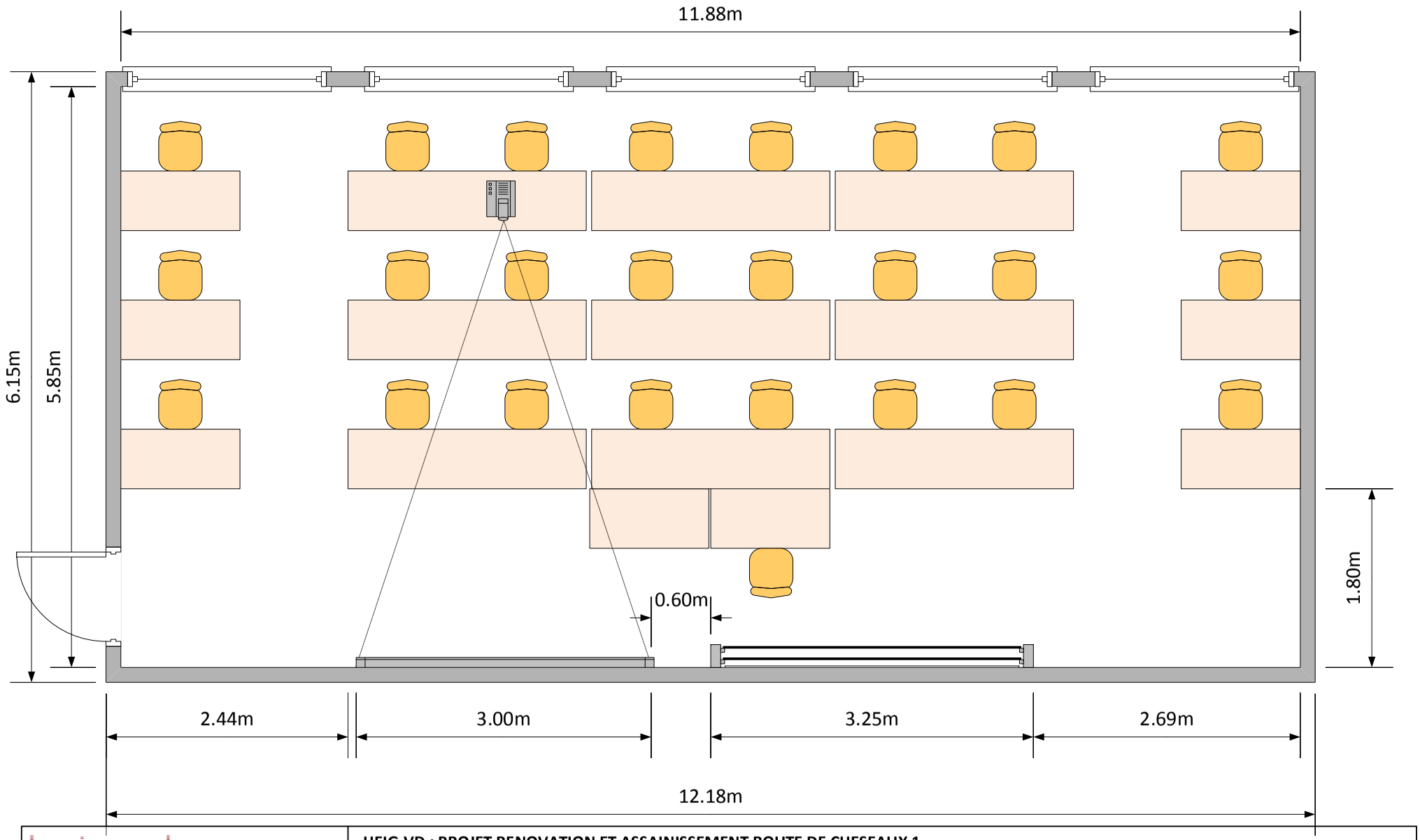
Locaux provisoires

La mise en place de locaux provisoires est prévue pour toute la durée des travaux. Ils sont prévus de la manière suivante :

Classes / administration
Situation : Niveau A
Nombre : 4 classes
Surface : 70 m2
Dimensions intérieures : 11.96 x 5.85 x 2.34 m
Nombre de niveaux : 2

Bureaux
Situation : Niveau E
Nombre : 4 bureaux
Surface : 16 m2
Dimensions intérieures : 7.14 x 2.26 x 2.34 m
Nombre de niveaux : 2

Ces locaux sont destinés à recevoir les occupants des salles de classes touchées par les travaux d'assainissement de l'enveloppe du bâtiment ainsi que les occupants du secteur administratif lors de l'intervention dans ce secteur.



heig-vd
Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud

HEIG-VD : PROJET RENOVATION ET ASSAINISSEMENT ROUTE DE CHESEAUX 1
DETAIL AMENAGEMENT D'UNE STRUCTURE DE 5 CONTAINERS TYPE BM20 (CTX CONTAINEX) EN SALLE DE CLASSE

Service Technique / Ph. Moser / 7 mai 2012

3.3.2 Phasage – déménagements

Remarques

Les schémas de phasage sont établis sur la base des éléments connus à ce jour pour les travaux d'assainissement de l'enveloppe du bâtiment ainsi que pour les installations techniques directement liées à ces travaux.

Les travaux liés à la technique, n'ayant pas de lien direct avec l'opération du présent document, ne sont pas pris en compte dans le planning « assainissement de l'enveloppe du bâtiment ».

Le phasage présenté correspond à l'état des études en phase avant-projet. Il est susceptible d'être modifié et adapté en phase de projet.

Généralités

Afin de limiter le temps d'intervention dans les classes, il est prévu de débuter par les travaux préparatoires des installations électriques. Cette intervention n'est pas directement liée aux travaux du mandat. Indépendamment des questions administratives (appel d'offres, …), elle peut débuter de suite.

La nature des travaux de rénovation et le temps nécessaire à leur réalisation amène à alterner les interventions entre « la Tour » et les laboratoires. Ce mode de faire permet d'enchainer les travaux de remplacement des fenêtres en mettant à disposition le temps nécessaire à la réalisation des travaux d'assainissement des installations techniques.

Intervention

Suite aux différentes études et après consultation de divers services de l'Etat, l'intervention consiste essentiellement au remplacement des façades vitrées des différents secteurs.

Le Montage des nouveaux éléments de façade est prévu comme suit :

1. Montage du panneau de socle y compris étanchéité à l'eau et à l'air, démontage de la fermeture provisoire
2. A l'aide d'un moyen de levage (rail continu avec treuil) fixé sur l'échafaudage, les éléments de menuiserie seront posés sur l'élément de socle et fixés dans l'ouverture du gros-oeuvre
3. Montage du panneau en tête de dalle, étanchéité à l'eau et à l'air des raccords
4. Montage des ouvrants/fenêtres coulissantes et des vitrages fixes parclosés
5. Montage des stores extérieurs et des coulisses côté extérieur à partir de l'échafaudage
6. En parallèle, montage des nouveaux panneaux isolés et des pièces de raccordement en tôle côté intérieur

Particularités et périodes d'intervention en fonction des secteurs

La Tour

Les classes sont totalement déménagées pour permettre la réalisation des travaux. Les utilisateurs sont transférés dans les locaux provisoires.

Organisation des travaux :	en colonne
Nombre de locaux touchés par phase :	4
Déplacement des utilisateurs :	oui
Déplacement du mobilier:	oui

Périodes d'intervention :

Phase 1 (salles G02, H02, J02, K02)	du 20.01.14 au 14.02.14
Phase 3 (salles G03, H03, J03, K03)	du 17.02.14 au 14.03.14
Phase 5 (salles G04, H04, J04, K04)	du 17.03.14 au 11.04.14
Phase 7 (salles E07, E05, F06, G06ab, H06ab, J06)	du 02.06.14 au 27.06.14
Phase 9 (salles E03, E06a, G06egh, H06c, J06abc)	du 08.09.14 au 03.10.14
Phase 11 (salles G05, H05, J05, K05)	du 06.10.14 au 31.10.14
Phase 13 (salles G01, H01, J01, K01)	du 03.11.14 au 28.11.14

Les laboratoires

Les travaux s'organisent par phases et avancent d'un bout à l'autre des barres de laboratoires. Ces derniers ne sont pas déménagés.

Afin d'être cohérent avec l'intervention liée à l'assainissement des installations techniques, les travaux débutent depuis la circulation Nord-Sud et avancent en direction de façades Est et Ouest.

Les façades sont dégagées sur 1.50 m., sur toute leur longueur, de tout mobilier et appareillage. Une cloison provisoire rigide est installée à l'intérieur des locaux.

Les interventions liées au remplacement des installations techniques seront planifiées en collaboration avec les utilisateurs. Les horaires de travail seront, le cas échéant, adapté en fonction des horaires d'enseignements. Toutefois, les nuisances créées par ces interventions restent conséquentes.

Organisation des travaux :	en ligne
Nombre de locaux touchés par phase :	entre 2 et 4
Déplacement des utilisateurs :	non
Déplacement du mobilier :	non (partiel le long des façades)

Périodes d'intervention :

Phase 2 (salles D01, D03, D05, D07)	du 03.02.14 au 28.02.14
Phase 4 (salles D51, D55, D57, D59, D61)	du 03.03.14 au 28.03.14
Phase 6 (salles C01, C03, C05, C07, C09)	du 31.03.14 au 25.04.14
Phase 8 (salles C53, C55, C57, C59, C61, C63)	du 16.06.14 au 11.07.14
Phase 10 (salles B01, B03, B05, B07)	du 22.09.14 au 17.10.14
Phase 12 (salles B57, B59)	du 20.10.14 au 14.11.14
Phase 14 (salles A01, A03, A05, A07, A09, A11, A13)	du 17.11.14 au 12.12.14

La cafeteria / L'aula

L'intervention pour la réfection de l'enveloppe de la cafeteria est planifiée durant la période de fermeture annuelle.

Les travaux du secteur « Aula » nécessitent la fermeture de ce lieu. Aucune utilisation ne pourra avoir lieu durant le déroulement de l'assainissement.

Organisation des travaux :	secteur total
Déplacement des utilisateurs :	oui
Déplacement du mobilier :	non (partiel le long des façades)
Périodes d'intervention :	du 07.07.14 au 05.09.14

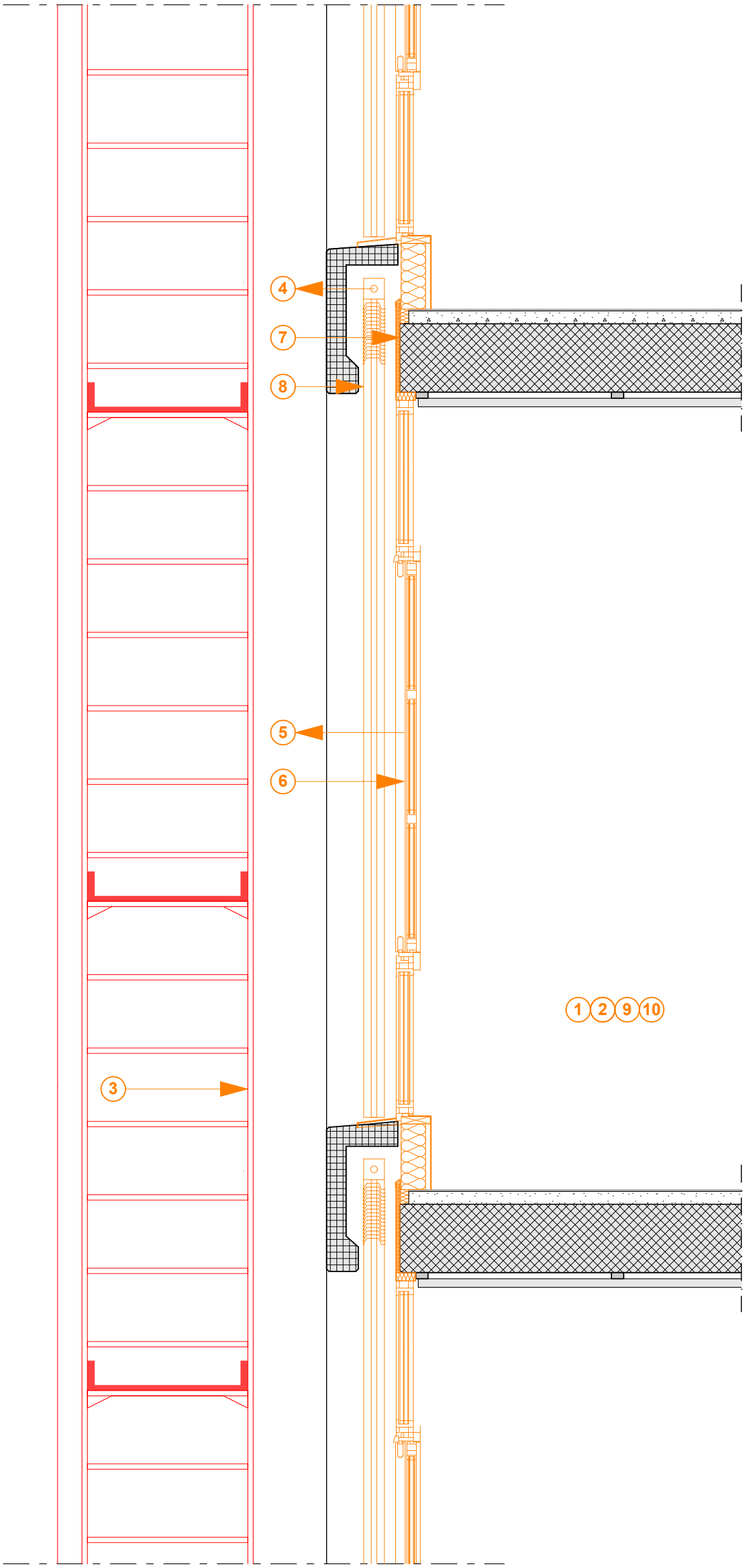
L'administration

Le secteur administratif est totalement déménagé pour permettre la réalisation des travaux. L'intervention se déroule en deux phases pour lesquelles, les collaborateurs sont transférés dans les locaux provisoires.

Organisation des travaux :	en ligne/en colonne
Nombre de locaux touchés par phase :	variable
Déplacement des utilisateurs :	oui
Déplacement du mobilier :	oui
Périodes d'intervention :	
Administration 1	du 14.04.14 au 16.05.14
Administration 2	du 05.05.14 au 06.06.14
Entrée	du 01.12.14 au 19.12.14

HEIG-VD ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS	Affaire No : Extrait Plan No : Format :	**333** **A 140** A3	Phase : Titre :	**AVANT-PROJET** **ORGANISATION INTERVENTION TOUR**	Date : Dessiné :	28.11.2012 ND / MS	**dolci architectes** Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8 CH - 1400 Yverdon-les-Bains Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15 info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

TOUR D'ECHAFAUDAGE
AVEC TREUIL



COUPE VERTICALE

ORGANISATION MODULE TOUR:

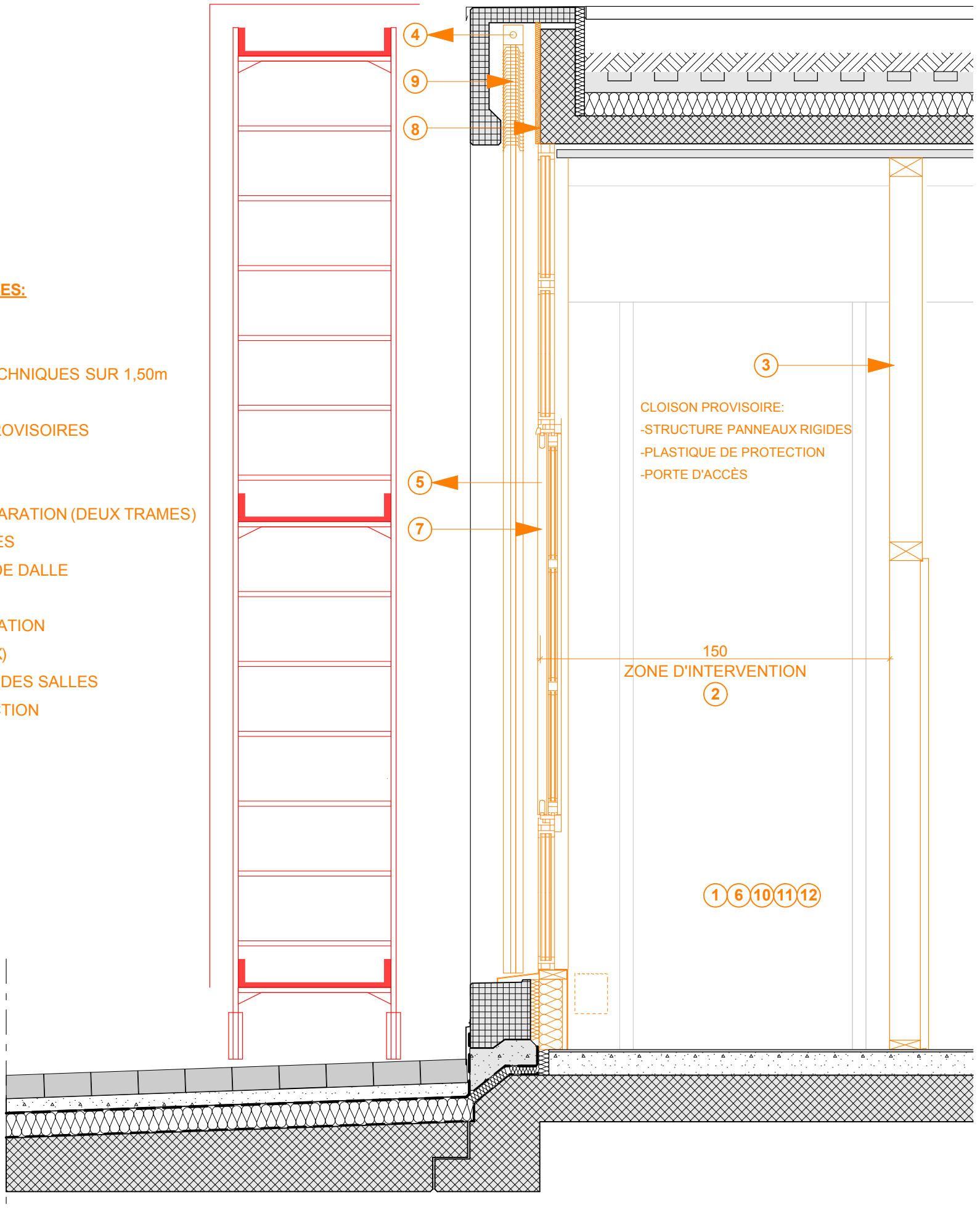
1. DÉMÉNAGEMENT MOBILIER
2. DÉMONTAGE INSTALLATIONS TECHNIQUES (CHAUFFAGE + ÉLECTRICITÉ)
3. MONTAGE DES ÉCHAFAUDAGES (ÉLÉVATEUR INTEGRÉ POUR LA POSE DES FENÊTRES)
4. DÉPOSE DES STORES (À TOUS LES NIVEAUX)
5. DÉPOSE DES FENÊTRES
6. POSE DES NOUVELLES FENÊTRES
7. POSE DE L'ISOLATION EN TÊTE DE DALLE
8. POSE DES STORES
9. NETTOYAGES (FIN DES TRAVAUX)
10. EMMÉNAGEMENT DU MOBILIER DES SALLES DE L'ÉTAPE SUIVANTE DE RÉFECTION

ORGANISATION INTERVENTION TOUR

HEIG-VD ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS	Affaire No : Extrait Plan No : Format :	**333** **A 141** A3	Phase : Titre :	**AVANT-PROJET** **ORGANISATION INTERVENTION LABORATOIRE**	Date : Dessiné :	28.11.2012 ND / MS	**dolci architectes** Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8 CH - 1400 Yverdon-les-Bains Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15 info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

PONT ROULANT

AVEC BÂCHE DE PROTECTION



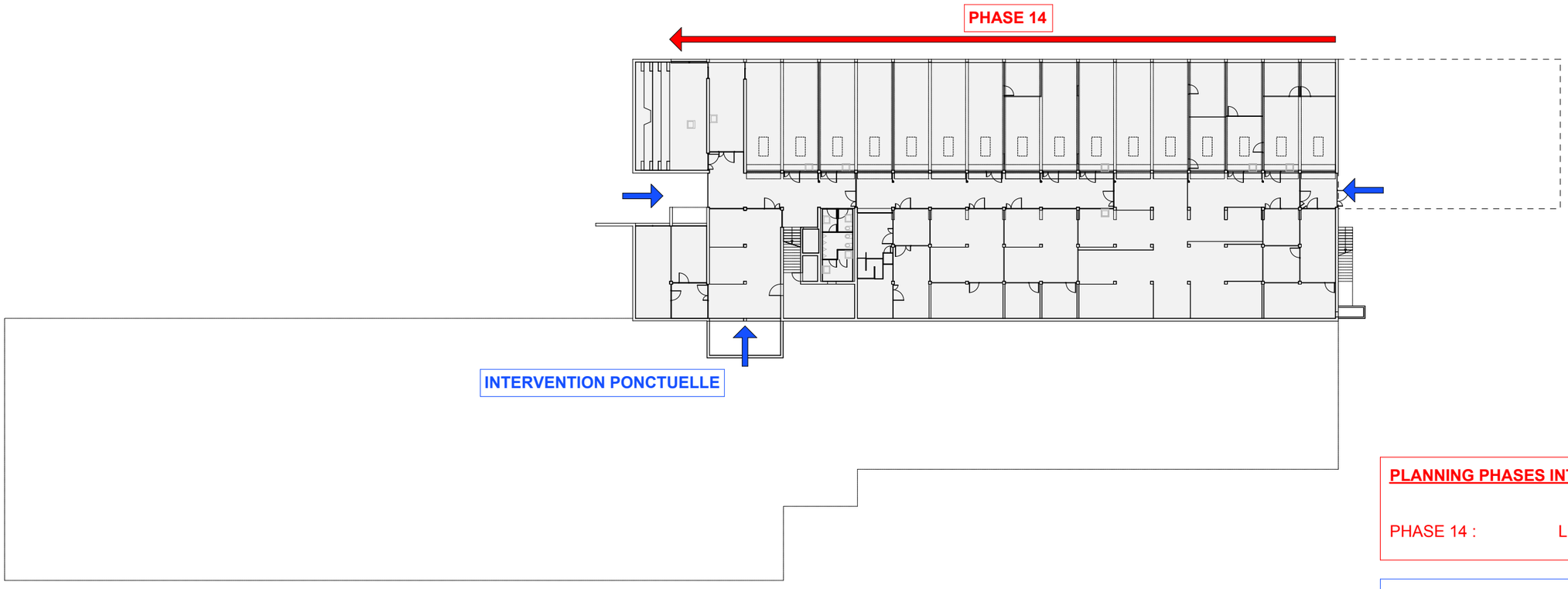
COUPE VERTICALE

ORGANISATION MODULES LABORATOIRES:

1. DÉPLACEMENT MOBILIER
2. DÉMONTAGE INSTALLATIONS TECHNIQUES SUR 1,50m (CHAUFFAGE + ÉLECTRICITÉ)
3. MONTAGE DES FERMETURES PROVISOIRES
4. DÉPOSE DES STORES
5. DÉPOSE DES FENÊTRES
6. DÉPOSE DES CLOISONS DE SÉPARATION (DEUX TRAMES)
7. POSE DES NOUVELLES FENÊTRES
8. POSE DE L'ISOLATION EN TÊTE DE DALLE
9. POSE DES STORES
10. POSE DES CLOISONS DE SÉPARATION
11. NETTOYAGES (FIN DES TRAVAUX)
12. REMISE EN PLACE DU MOBILIER DES SALLES DE L'ÉTAPE SUIVANTE DE RÉFECTION

ORGANISATION INTERVENTION LABORATOIRE

HEIG-VD ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS	Affaire No : **333** Extrait Plan No : **A 126** Format : A3	Phase : **AVANT-PROJET** Titre : **PLAN ORGANISATION LABO A**	Date : 21.01.2013 Dessiné : ND / MS	**dolci architectes** Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8 CH - 1400 Yverdon-les-Bains Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15 info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



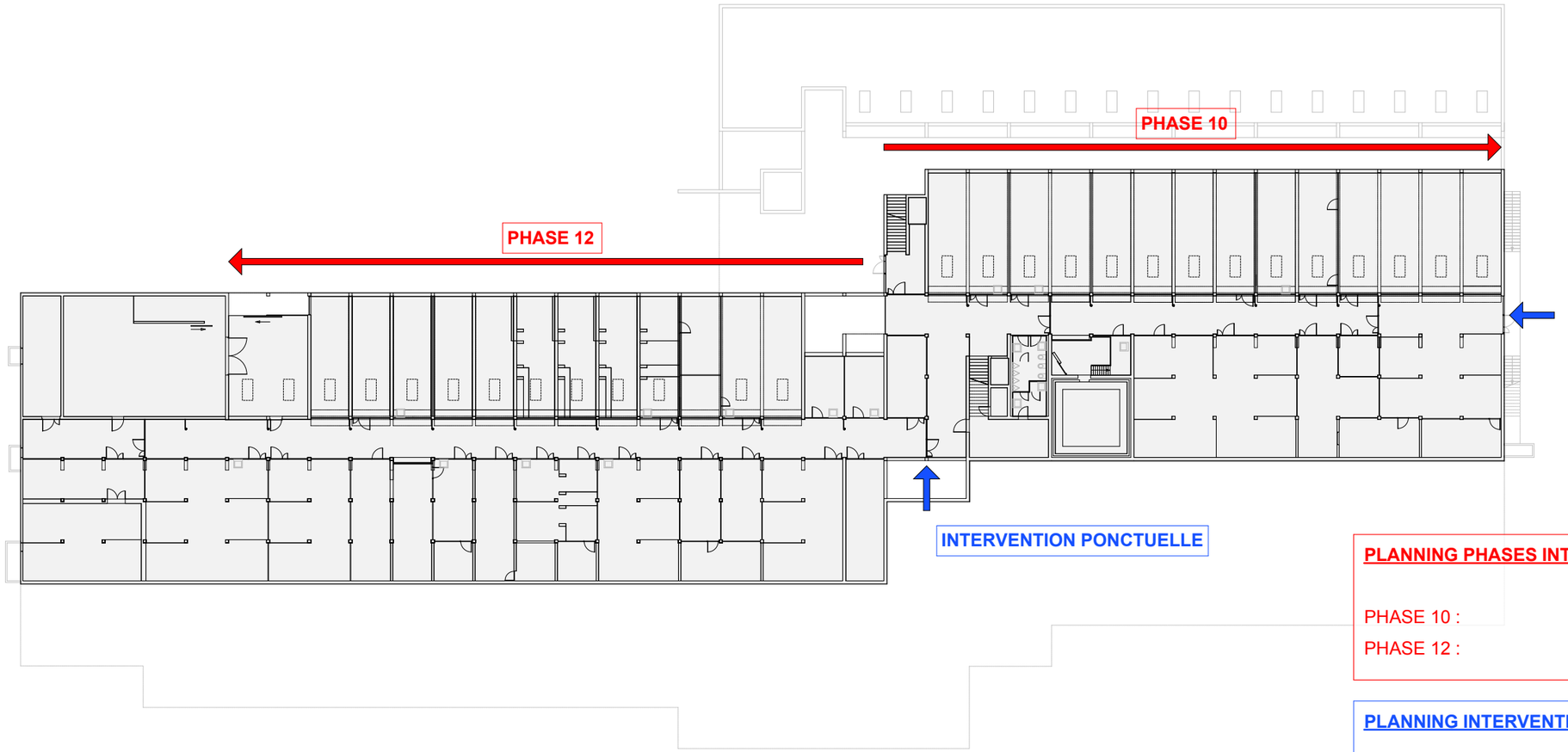
PLANNING PHASES INTERVENTION :

PHASE 14 : LUN 17.11.14 - VEN 12.12.14

PLANNING INTERVENTION PONCTUELLE:

À DÉFINIR

HEIG-VD ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS	Affaire No : **333** Extrait Plan No : **A 125** Format : A3	Phase : **AVANT-PROJET** Titre : **PLAN ORGANISATION LABO B**	Date : 21.01.2013 Dessiné : ND / MS	**dolci architectes** Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8 CH - 1400 Yverdon-les-Bains Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15 info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



PLANNING PHASES INTERVENTION :

PHASE 10 : LUN 22.09.14 - VEN 17.10.14
PHASE 12 : LUN 20.10.14 - VEN 14.11.14

PLANNING INTERVENTION PONCTUELLE:

À DÉFINIR

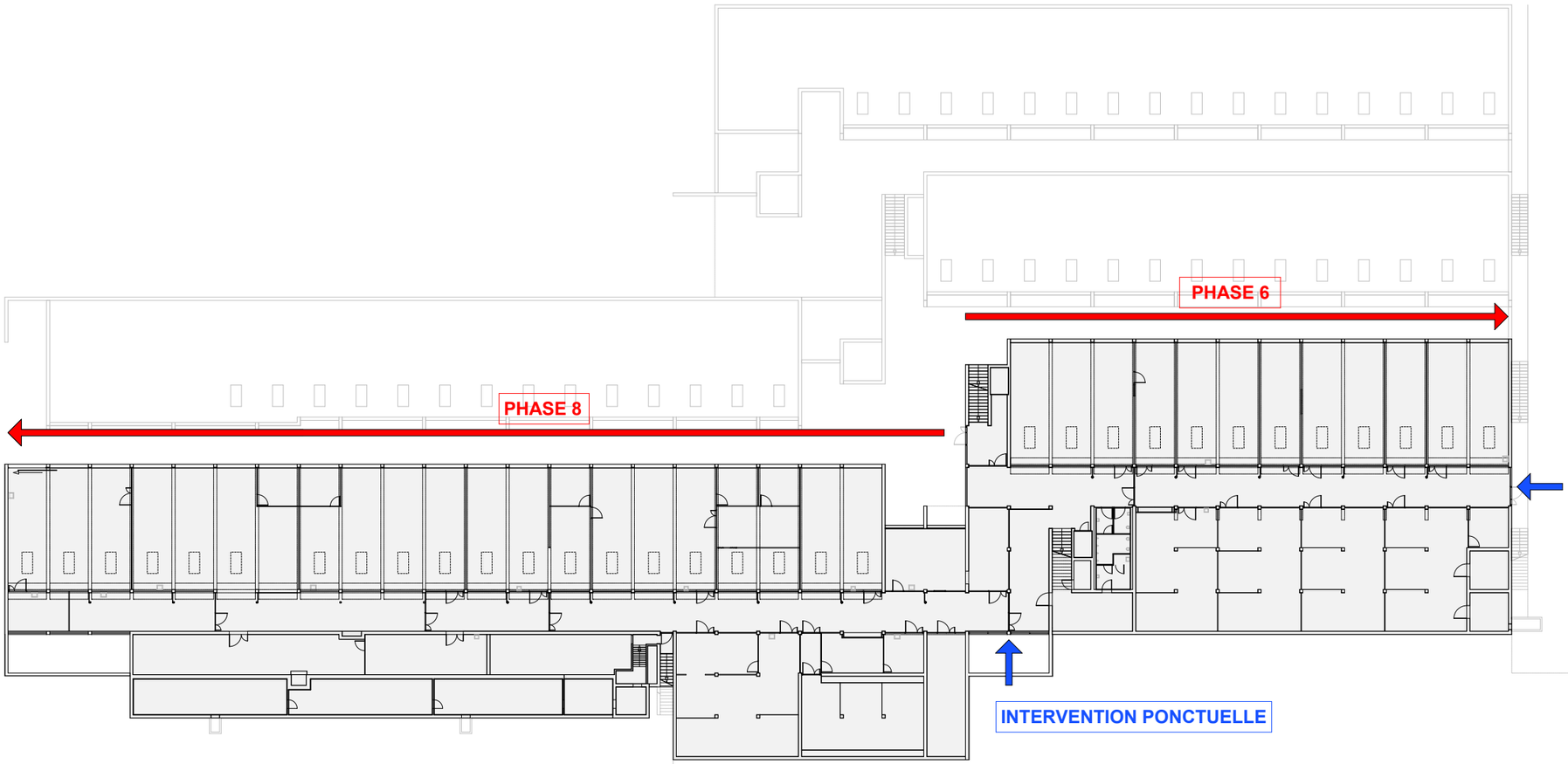
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 124**
Format : A3

Phase : **AVANT-PROJET**
Titre : **PLAN ORGANISATION LABO C**

Date : 21.01.2013
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



PLANNING ÉTAPES INTERVENTION :

PHASE 6 : LUN 31.03.14 - VEN 25.04.14
PHASE 8 : LUN 16.06.14 - VEN 11.07.14

PLANNING INTERVENTION PONCTUELLE:

À DÉFINIR

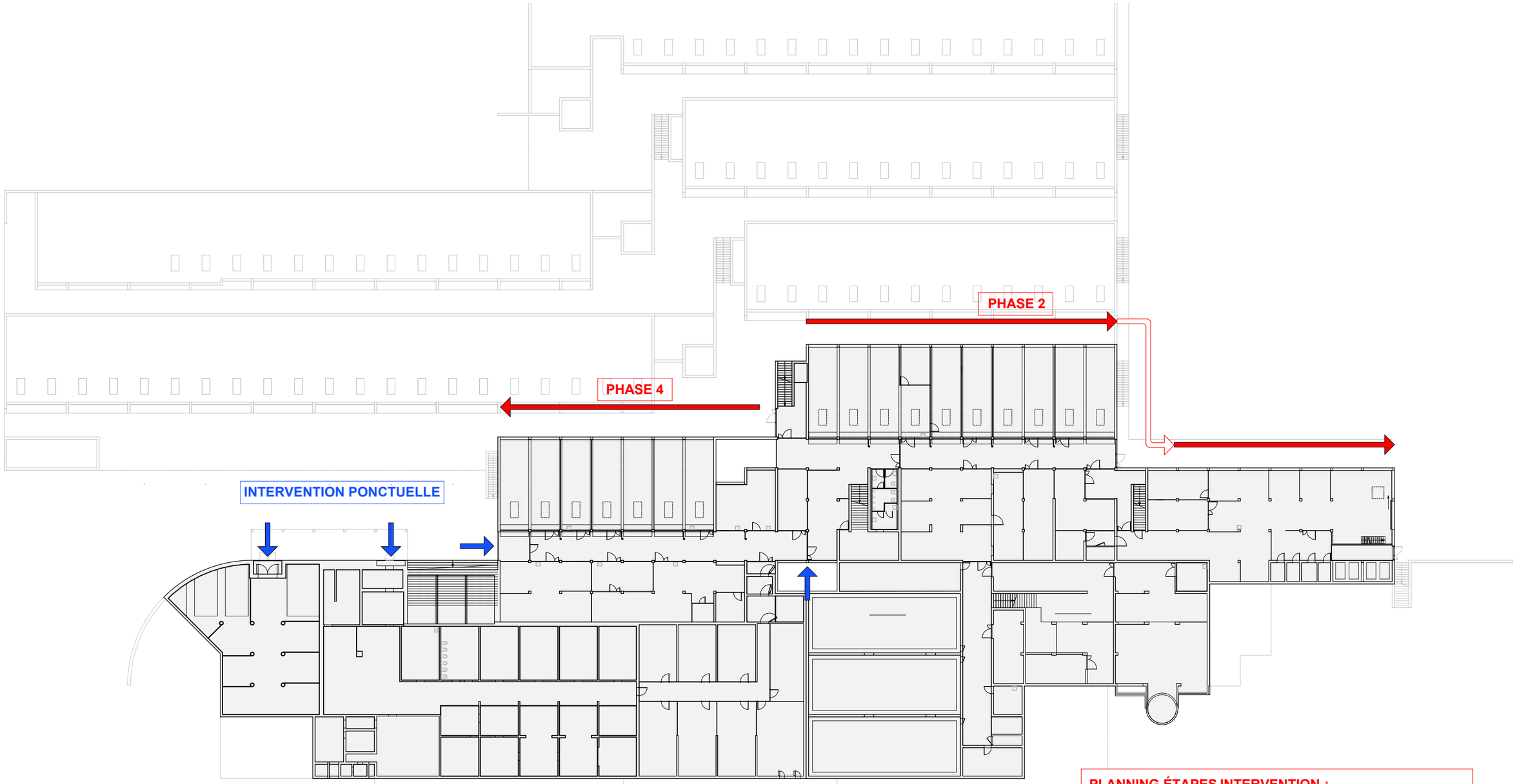
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 123**
Format : A3

Phase : **AVANT-PROJET**
Titre : **PLAN ORGANISATION LABO D**

Date : 21.01.2013
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



PLANNING ÉTAPES INTERVENTION :

PHASE 2 : LUN 03.02.14 - VEN 28.02.14
PHASE 4 : LUN 03.03.14 - VEN 28.03.14

PLANNING PHASES INTERVENTION :

À DÉFINIR

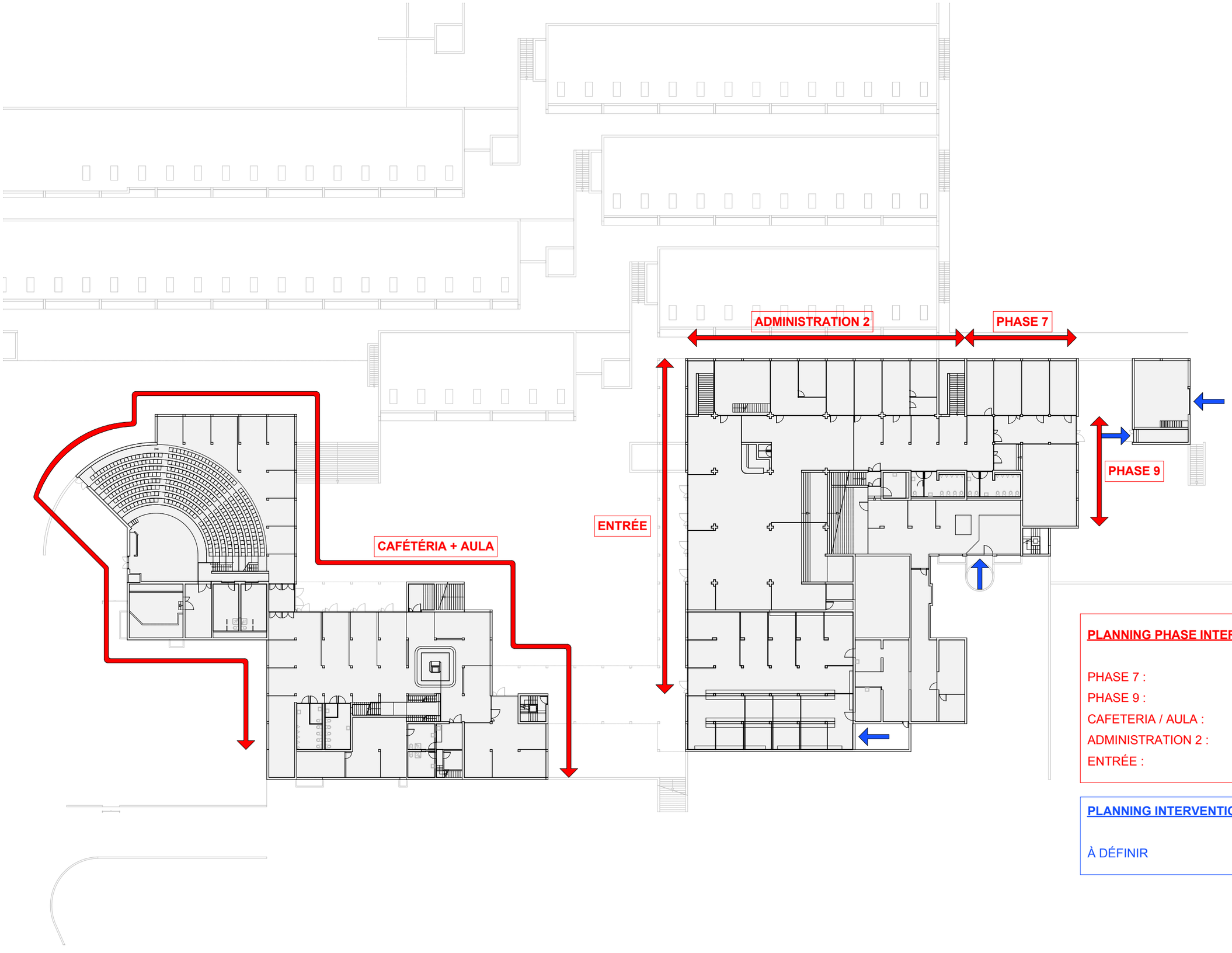
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 122**
Format : A3

Phase : **AVANT-PROJET**
Titre : **PLAN ORGANISATION ÉTAGE E**

Date : 21.01.2013
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



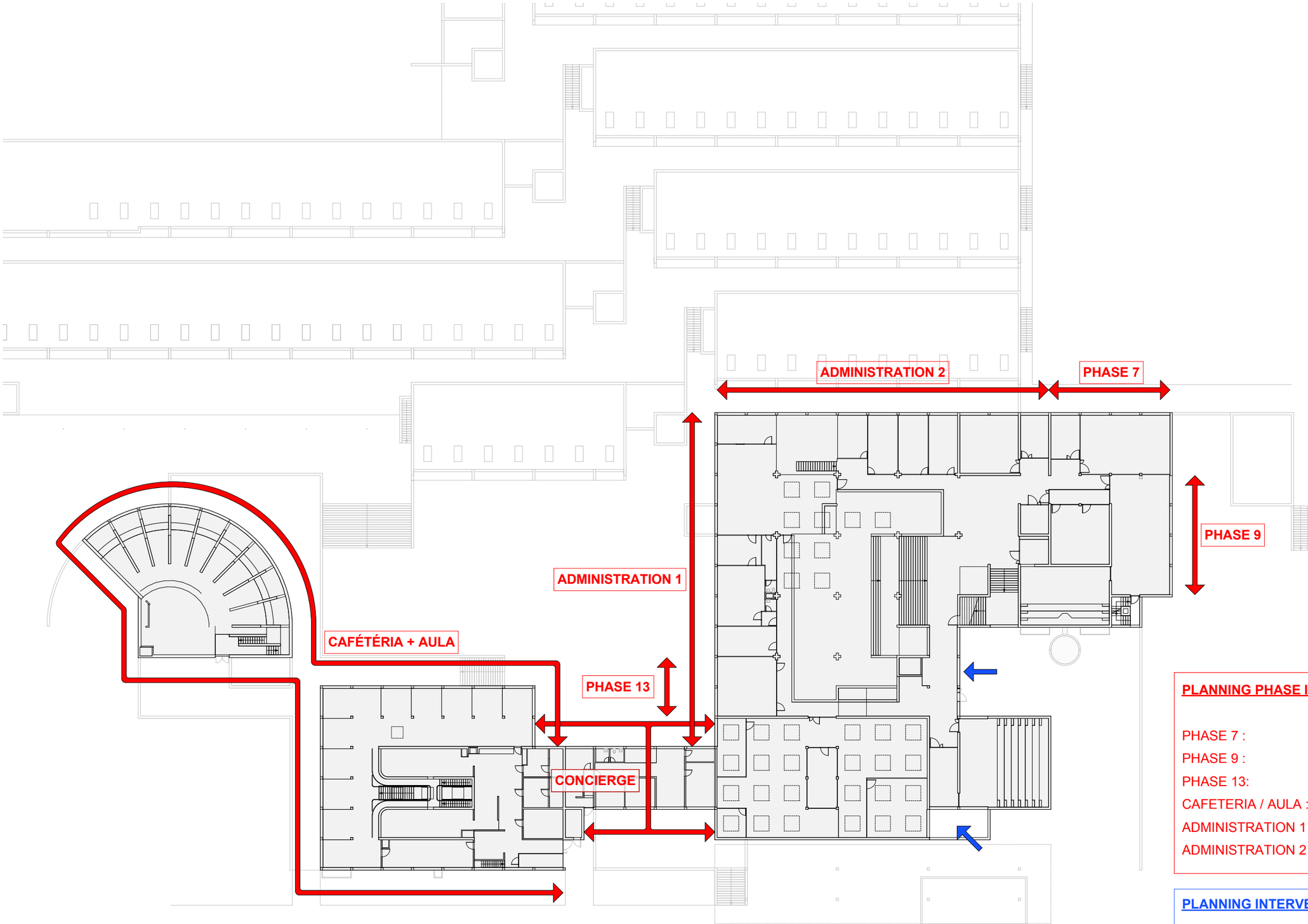
PLANNING PHASE INTERVENTION :

PHASE 7 :	LUN 02.06.14 - VEN 27.06.14
PHASE 9 :	LUN 08.09.14 - VEN 03.10.14
CAFETERIA / AULA :	LUN 07.07.14 - VEN 05.09.14
ADMINISTRATION 2 :	LUN 05.05.14 - VEN 06.06.14
ENTRÉE :	LUN 01.12.14 - VEN 19.12.14

PLANNING INTERVENTION PONCTUELLE:

À DÉFINIR

HEIG-VD ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS	Affaire No : **333** Extrait Plan No : **A 121** Format : A3	Phase : **AVANT-PROJET** Titre : **PLAN ORGANISATION ÉTAGE F**	Date : 21.01.2013 Dessiné : ND / MS	**dolci architectes** Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8 CH - 1400 Yverdon-les-Bains Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15 info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



PLANNING PHASE INTERVENTION :

PHASE 7 :	LUN 02.06.14 - VEN 27.06.14
PHASE 9 :	LUN 08.09.14 - VEN 03.10.14
PHASE 13:	LUN 03.11.14 - VEN 28.11.14
CAFETERIA / AULA :	LUN 07.07.14 - VEN 05.09.14
ADMINISTRATION 1 :	LUN 14.04.14 - VEN 16.05.14
ADMINISTRATION 2 :	LUN 05.05.14 - VEN 06.06.14

PLANNING INTERVENTION PONCTUELLE:

À DÉFINIR

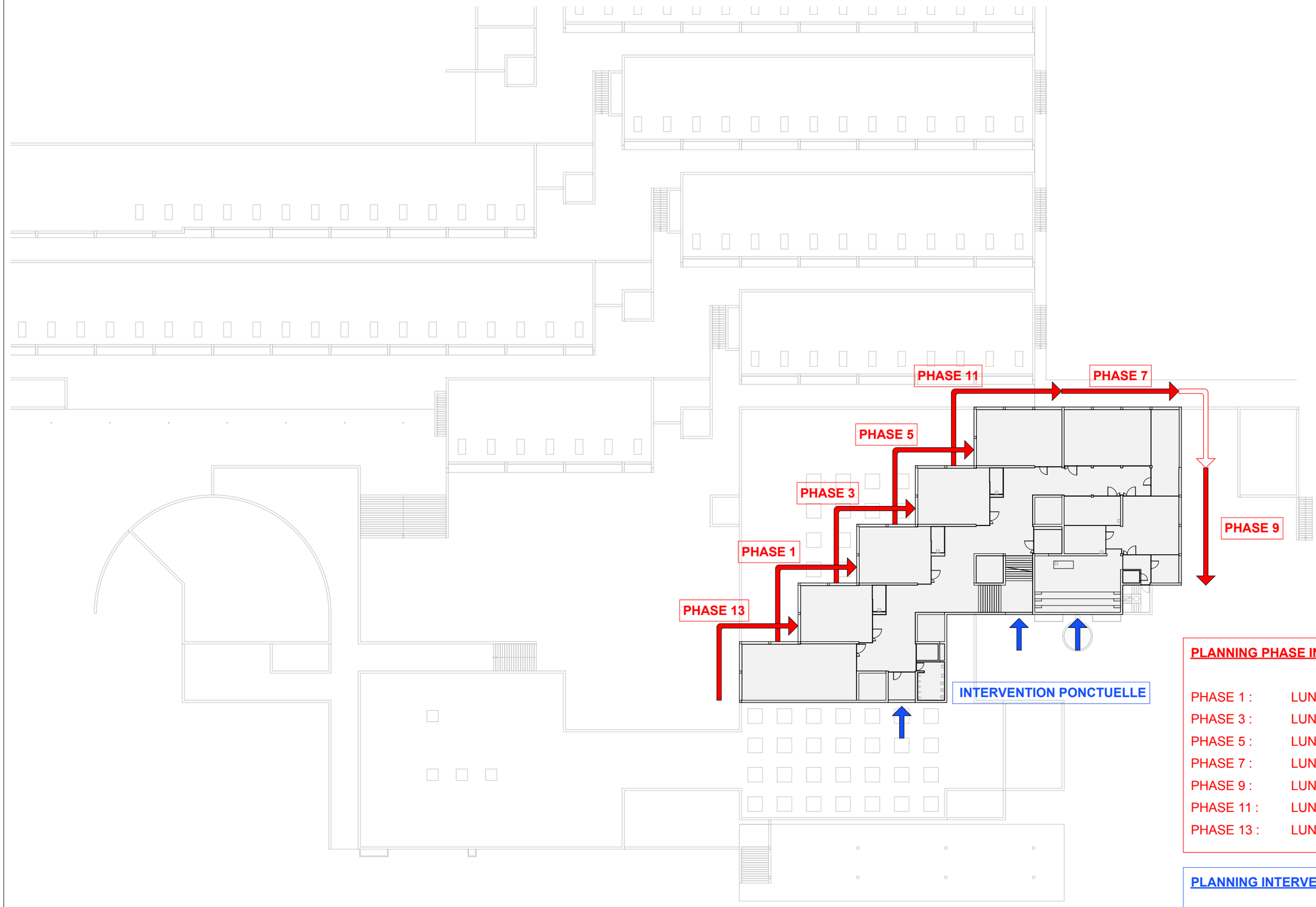
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 120**
Format : A3

Phase : **AVANT-PROJET**
Titre : **PLAN ORGANISATION TOUR**

Date : 21.01.2013
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



PLANNING PHASE INTERVENTION :

PHASE 1 :	LUN 20.01.14 - VEN 14.02.14
PHASE 3 :	LUN 17.02.14 - VEN 14.03.14
PHASE 5 :	LUN 17.03.14 - VEN 11.04.14
PHASE 7 :	LUN 02.06.14 - VEN 27.06.14
PHASE 9 :	LUN 08.09.14 - VEN 03.10.14
PHASE 11 :	LUN 06.10.14 - VEN 31.10.14
PHASE 13 :	LUN 03.11.14 - VEN 28.11.14

PLANNING INTERVENTION PONCTUELLE:

À DÉFINIR

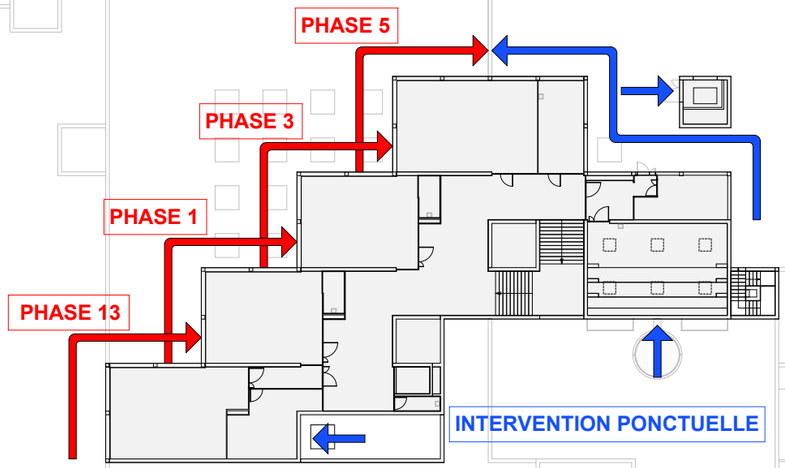
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 127**
Format : A3

Phase : **AVANT-PROJET**
Titre : **PLAN ORGANISATION TOUR K**

Date : 21.01.2013
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



PLANNING ÉTAPES INTERVENTION :

PHASE 1 :	LUN 20.01.14 - VEN 14.02.14
PHASE 3 :	LUN 17.02.14 - VEN 14.03.14
PHASE 5 :	LUN 17.03.14 - VEN 11.04.14
PHASE 13 :	LUN 03.11.14 - VEN 28.11.14

PLANNING ÉTAPES INTERVENTION :

À DÉFINIR

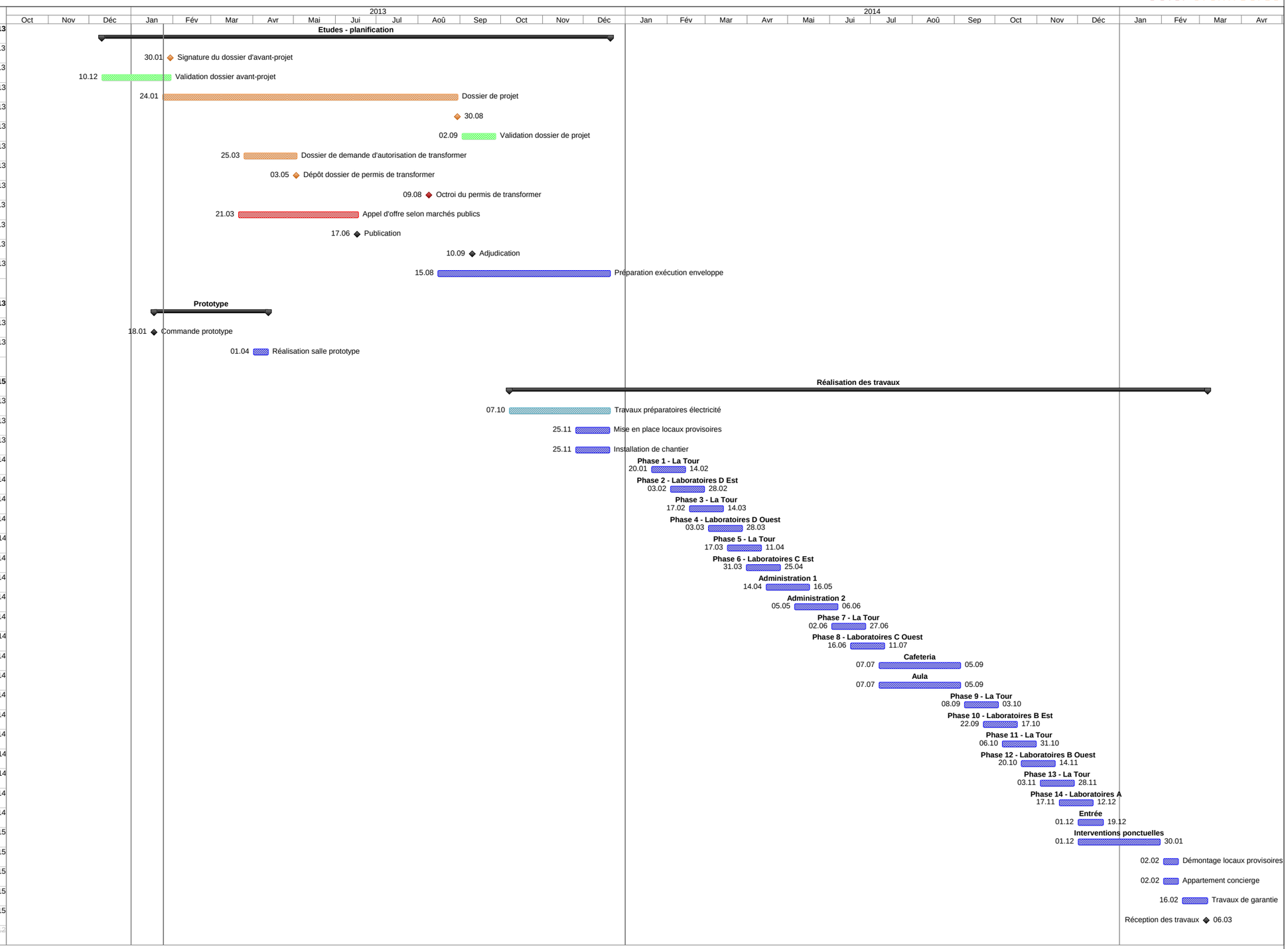
3.4 Planning

333 I HEIG-VD I Assainissement énergétique de l'enveloppe du bâtiment

PLANNING GENERAL

dolci architectes

N°		Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1		**Etudes - planification**	**228.38 jours**	**Lun 10.12.12**	**Ven 20.12.13**
2		Signature du dossier d'avant-projet	0 jour	Mer 30.01.13	Mer 30.01.13
3		Validation dossier avant-projet	33 jours	Lun 10.12.12	Mer 30.01.13
4		Dossier de projet	129 jours	Jeu 24.01.13	Ven 30.08.13
5		Devis général	0 jour	Ven 30.08.13	Ven 30.08.13
6		Validation dossier de projet	17 jours	Lun 02.09.13	Ven 27.09.13
7		Dossier de demande d'autorisation de transformer	26 jours	Lun 25.03.13	Ven 03.05.13
8		Dépôt dossier de permis de transformer	0 jour	Ven 03.05.13	Ven 03.05.13
9		Octroi du permis de transformer	0 jour	Ven 09.08.13	Ven 09.08.13
10		Appel d'offre selon marchés publics	55 jours	Jeu 21.03.13	Lun 17.06.13
11		Publication	0 jour	Lun 17.06.13	Lun 17.06.13
12		Adjudication	0 jour	Mar 10.09.13	Mar 10.09.13
13		Préparation exécution enveloppe	80 jours	Jeu 15.08.13	Ven 20.12.13
14					
15		**Prototype**	**49.25 jours**	**Ven 18.01.13**	**Ven 12.04.13**
16		Commande prototype	0 jour	Ven 18.01.13	Ven 18.01.13
17		Réalisation salle prototype	8 jours	Lun 01.04.13	Ven 12.04.13
18					
19		**Réalisation des travaux**	**323.63 jours**	**Lun 07.10.13**	**Ven 06.03.15**
20		Travaux préparatoires électricité	48 jours	Lun 07.10.13	Ven 20.12.13
21		Mise en place locaux provisoires	17 jours	Lun 25.11.13	Ven 20.12.13
22		Installation de chantier	17 jours	Lun 25.11.13	Ven 20.12.13
23		Phase 1 - La Tour	17 jours	Lun 20.01.14	Ven 14.02.14
24		Phase 2 - Laboratoires D Est	17 jours	Lun 03.02.14	Ven 28.02.14
25		Phase 3 - La Tour	17 jours	Lun 17.02.14	Ven 14.03.14
26		Phase 4 - Laboratoires D Ouest	17 jours	Lun 03.03.14	Ven 28.03.14
27		Phase 5 - La Tour	17 jours	Lun 17.03.14	Ven 11.04.14
28		Phase 6 - Laboratoires C Est	17 jours	Lun 31.03.14	Ven 25.04.14
29		Administration 1	21 jours	Lun 14.04.14	Ven 16.05.14
30		Administration 2	21 jours	Lun 05.05.14	Ven 06.06.14
31		Phase 7 - La Tour	17 jours	Lun 02.06.14	Ven 27.06.14
32		Phase 8 - Laboratoires C Ouest	17 jours	Lun 16.06.14	Ven 11.07.14
33		Cafeteria	39 jours	Lun 07.07.14	Ven 05.09.14
34		Aula	39 jours	Lun 07.07.14	Ven 05.09.14
35		Phase 9 - La Tour	17 jours	Lun 08.09.14	Ven 03.10.14
36		Phase 10 - Laboratoires B Est	17 jours	Lun 22.09.14	Ven 17.10.14
37		Phase 11 - La Tour	17 jours	Lun 06.10.14	Ven 31.10.14
38		Phase 12 - Laboratoires B Ouest	17 jours	Lun 20.10.14	Ven 14.11.14
39		Phase 13 - La Tour	17 jours	Lun 03.11.14	Ven 28.11.14
40		Phase 14 - Laboratoires A	17 jours	Lun 17.11.14	Ven 12.12.14
41		Entrée	13 jours	Lun 01.12.14	Ven 19.12.14
42		Interventions ponctuelles	39 jours	Lun 01.12.14	Ven 30.01.15
43		Démontage locaux provisoires	8 jours	Lun 02.02.15	Ven 13.02.15
44		Appartement concierge	8 jours	Lun 02.02.15	Ven 13.02.15
45		Travaux de garantie	13 jours	Lun 16.02.15	Ven 06.03.15
46		Réception des travaux	0 jour	Ven 06.03.15	Ven 06.03.15
47			1 jour?	Jeu 22.03.12	Ven 23.03.12



Projet : 333 I 120424 I planning génér
Date : Ven 25.01.13

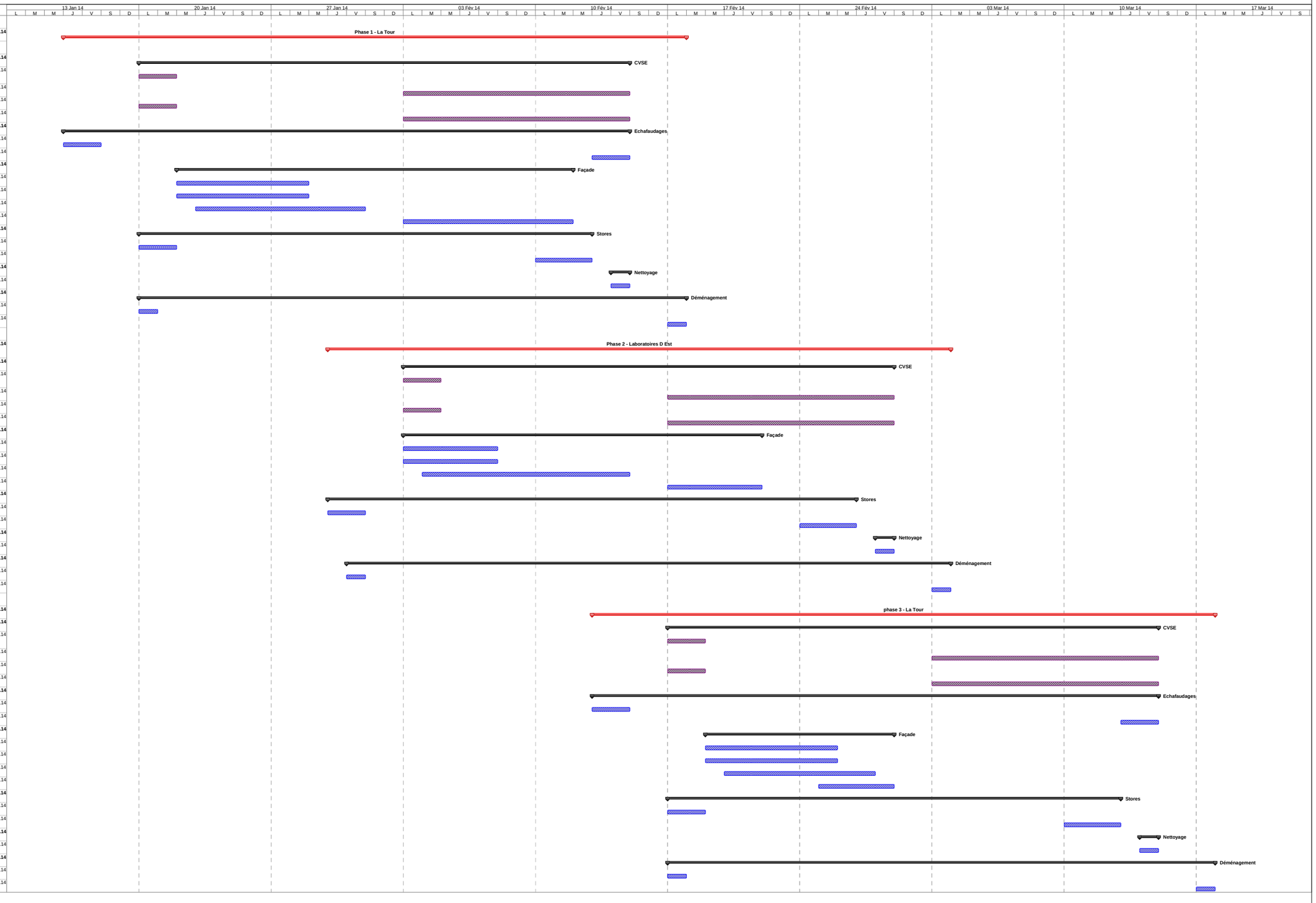
Tâche	Récapitulative	Jalons externes	Récapitulatif inactif	Report récapitulatif manuel	Fin uniquement		
Fractionnement	Récapitulative de projet	Tâche inactive	Tâche manuelle	Récapitulatif manuel	Avancement		
Jalon	Tâches externes	Jalon inactif	Durée uniquement	Début uniquement	Échéance		

333 I HEIG-VD I Assainissement énergétique de l'enveloppe

PLANNING PHASES 1 A 3

dolci architectes

N°	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1				
2	**Phase 1 - La Tour**	**23 jours**	**Jeu 16.01.14**	**Lun 17.02.14**
3				
4	**CVSE**	**20 jours**	**Lun 20.01.14**	**Ven 14.02.14**
5	Mise hors service inst. électriques - dépose lustrerie	2 jours	Lun 20.01.14	Mar 21.01.14
6	Installations électriques	10 jours	Lun 03.02.14	Ven 14.02.14
7	Dépose convecteurs	2 jours	Lun 20.01.14	Mar 21.01.14
8	Chauffage	10 jours	Lun 03.02.14	Ven 14.02.14
9	**Echafaudages**	**22 jours**	**Jeu 16.01.14**	**Ven 14.02.14**
10	Montage échafaudages	2 jours	Jeu 16.01.14	Ven 17.01.14
11	Démontage échafaudage	2 jours	Jeu 13.02.14	Ven 14.02.14
12	**Façade**	**15 jours**	**Mer 22.01.14**	**Mar 11.02.14**
13	Dépose vitrages	5 jours	Mer 22.01.14	Mar 28.01.14
14	Pose pièces de réception	5 jours	Mer 22.01.14	Mar 28.01.14
15	Pose vitrages	7 jours	Jeu 23.01.14	Ven 31.01.14
16	Jointoyage + finitions	7 jours	Lun 03.02.14	Mar 11.02.14
17	**Stores**	**18 jours**	**Lun 20.01.14**	**Mer 12.02.14**
18	Dépose stores	2 jours	Lun 20.01.14	Mar 21.01.14
19	Pose stores à lamelles	3 jours	Lun 10.02.14	Mer 12.02.14
20	**Nettoyage**	**1 jour**	**Ven 14.02.14**	**Ven 14.02.14**
21	Nettoyage	1 jour	Ven 14.02.14	Ven 14.02.14
22	**Déménagement**	**21 jours**	**Lun 20.01.14**	**Lun 17.02.14**
23	Déménagement mobilier	1 jour	Lun 20.01.14	Lun 20.01.14
24	Mise en place mobilier	1 jour	Lun 17.02.14	Lun 17.02.14
25				
26	**Phase 2 - Laboratoires D Est**	**23 jours**	**Jeu 30.01.14**	**Lun 03.03.14**
27	**CVSE**	**20 jours**	**Lun 03.02.14**	**Ven 28.02.14**
28	Mise hors service inst. électriques + dépose lustrerie	2 jours	Lun 03.02.14	Mar 04.02.14
29	Installations électriques	10 jours	Lun 17.02.14	Ven 28.02.14
30	Dépose convecteurs	2 jours	Lun 03.02.14	Mar 04.02.14
31	Chauffage	10 jours	Lun 17.02.14	Ven 28.02.14
32	**Façade**	**15 jours**	**Lun 03.02.14**	**Ven 21.02.14**
33	Dépose vitrages	5 jours	Lun 03.02.14	Ven 07.02.14
34	Pose pièces de réception	5 jours	Lun 03.02.14	Ven 07.02.14
35	Pose vitrages	9 jours	Mar 04.02.14	Ven 14.02.14
36	Jointoyage + finitions	5 jours	Lun 17.02.14	Ven 21.02.14
37	**Stores**	**20 jours**	**Jeu 30.01.14**	**Mer 26.02.14**
38	Dépose stores	2 jours	Jeu 30.01.14	Ven 31.01.14
39	Pose stores à lamelles	3 jours	Lun 24.02.14	Mer 26.02.14
40	**Nettoyage**	**1 jour**	**Ven 28.02.14**	**Ven 28.02.14**
41	Nettoyage	1 jour	Ven 28.02.14	Ven 28.02.14
42	**Déménagement**	**22 jours**	**Ven 31.01.14**	**Lun 03.03.14**
43	Déménagement mobilier	1 jour	Ven 31.01.14	Ven 31.01.14
44	Mise en place mobilier	1 jour	Lun 03.03.14	Lun 03.03.14
45				
46	**phase 3 - La Tour**	**23 jours**	**Jeu 13.02.14**	**Lun 17.03.14**
47	**CVSE**	**20 jours**	**Lun 17.02.14**	**Ven 14.03.14**
48	Mise hors service inst. Electrique + dépose lustrerie	2 jours	Lun 17.02.14	Mar 18.02.14
49	Inst. électriques	10 jours	Lun 03.03.14	Ven 14.03.14
50	Dépose convecteurs	2 jours	Lun 17.02.14	Mar 18.02.14
51	Chauffage	10 jours	Lun 03.03.14	Ven 14.03.14
52	**Echafaudages**	**22 jours**	**Jeu 13.02.14**	**Ven 14.03.14**
53	Montage échafaudages	2 jours	Jeu 13.02.14	Ven 14.02.14
54	Démontage échafaudage	2 jours	Jeu 13.03.14	Ven 14.03.14
55	**Façade**	**8 jours**	**Mer 19.02.14**	**Ven 28.02.14**
56	Dépose vitrages	5 jours	Mer 19.02.14	Mar 25.02.14
57	Pose pièces de réception	5 jours	Mer 19.02.14	Mar 25.02.14
58	Pose vitrages	6 jours	Jeu 20.02.14	Jeu 27.02.14
59	Jointoyage + finitions	4 jours	Mar 25.02.14	Ven 28.02.14
60	**Stores**	**18 jours**	**Lun 17.02.14**	**Mer 12.03.14**
61	Dépose stores	2 jours	Lun 17.02.14	Mar 18.02.14
62	Pose stores à lamelles	3 jours	Lun 10.03.14	Mer 12.03.14
63	**Nettoyage**	**1 jour**	**Ven 14.03.14**	**Ven 14.03.14**
64	Nettoyage	1 jour	Ven 14.03.14	Ven 14.03.14
65	**Déménagement**	**21 jours**	**Lun 17.02.14**	**Lun 17.03.14**
66	Déménagement mobilier	1 jour	Lun 17.02.14	Lun 17.02.14
67	Mise en place mobilier	1 jour	Lun 17.03.14	Lun 17.03.14



Projet : 333 I 120322 I planning phase
Date : Ven 11.01.13

Tâche · Jalon · Récapitulative de projet · Jalons externes · Jalon inactif · Tâche manuelle · Report récapitulatif manuel · Début uniquement · Avancement
Fractionnement · Récapitulative · Tâches externes · Tâche inactive · Récapitulatif inactif · Durée uniquement · Récapitulatif manuel · Fin uniquement · Échéance

3.5 Prototype

Salle de cours

La salle G02 a été retenue pour servir de prototype. Elle sera transformée conformément aux choix effectués dans la phase d'avant-projet.

Prototype

Le prototype servira à

- Vérifier la justesse des plans de l'état existant.
- Vérifier le système constructif du système existant.
- Tester le démontage/remontage des vitrages (technique, temps d'intervention, …).
- Evaluer par des mesures certifiées le niveau de bruit produit.
- Evaluer les propositions retenues.
- Choisir les options ouvertes.
- Valider les choix effectués.

Options

Les options suivantes seront testées sur les prototypes :

- Type d'ouvrants (imposte supérieure fixe / imposte).
- Type de verres (double vitrage / triple vitrage / heat mirror).
- Couleur cadre impostes (anthracite / orange).

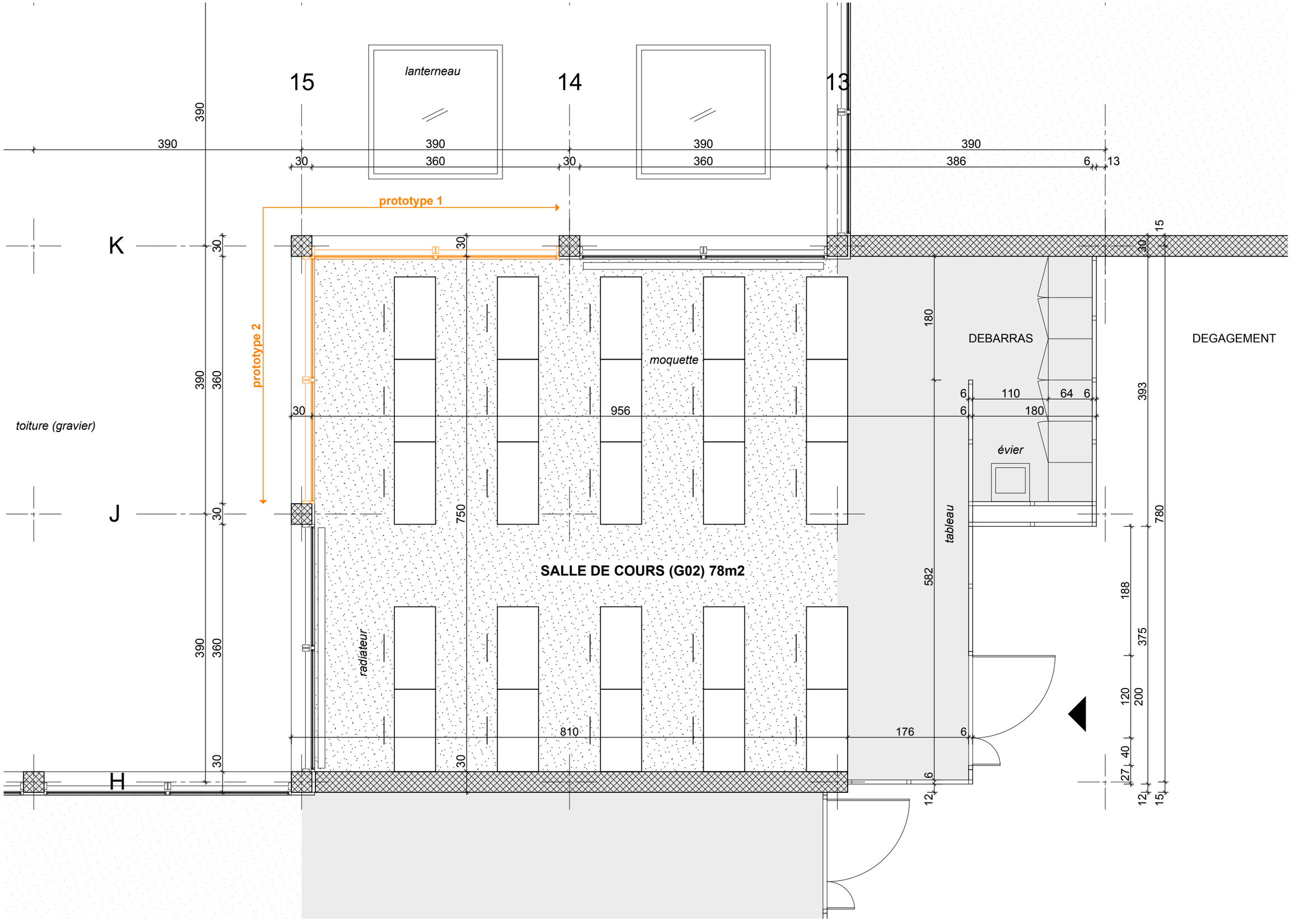
- Type de source lumineuse (classique / led). *Mandat 618 assainissement CVRSE + MCRG*

Planning

L'intervention pour la réalisation de cette salle témoin est prévue du 25 mars au 3 mai. Durant cette période, cette classe ne pourra pas être utilisée pour l'enseignement.

Devis

Le montant devisé ne tient pas compte des travaux liés au mandat n° 618.



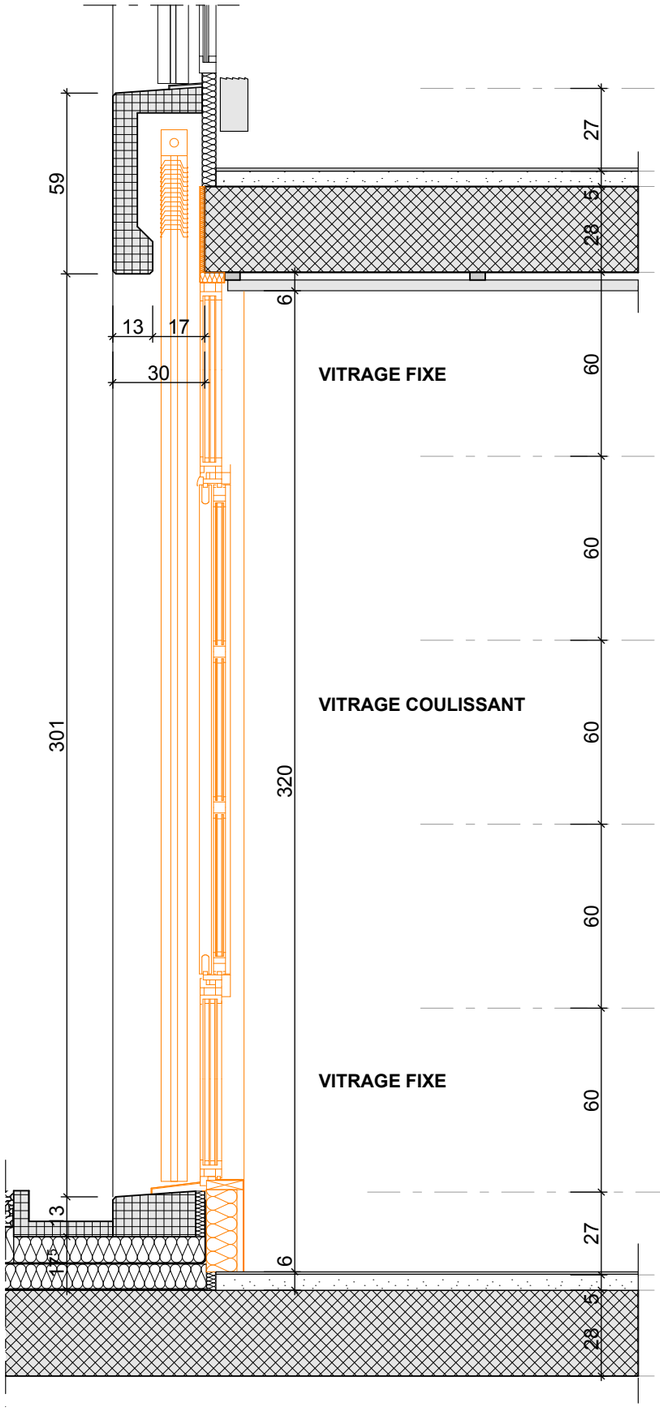
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 100
Format : A3

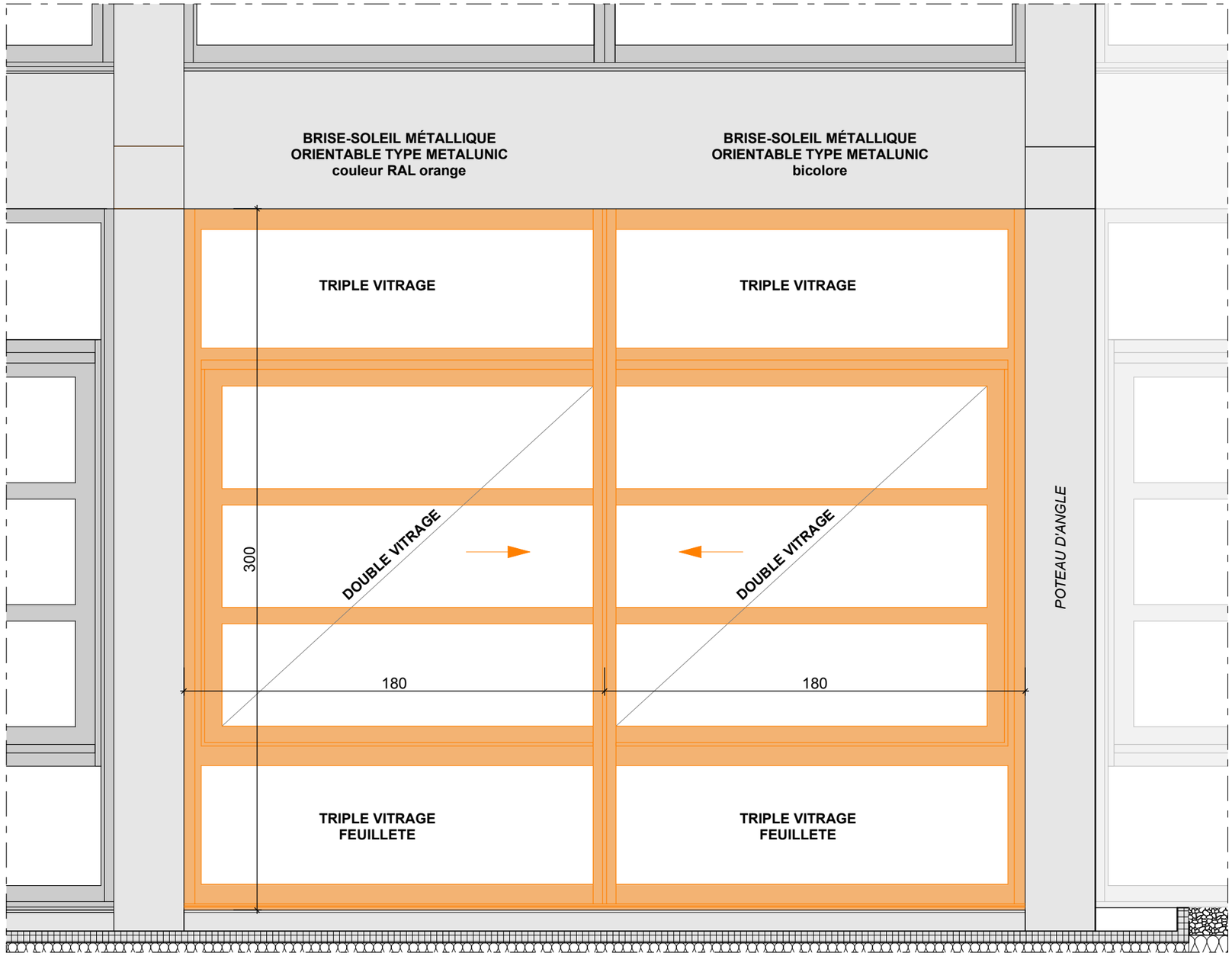
Phase : **AVANT-PROJET**
Titre : **SALLE TEMOIN G02**

Date : 22.01.13
Echelle : 1:50
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 Fax 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

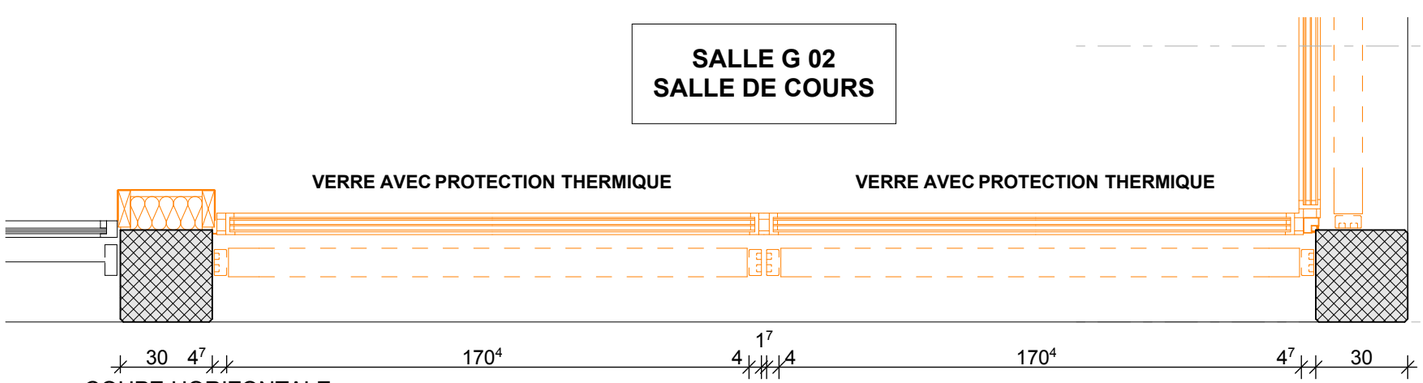


COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE

SALLE G 02
SALLE DE COURS



COUPE HORIZONTALE

PROTOTYPE 1

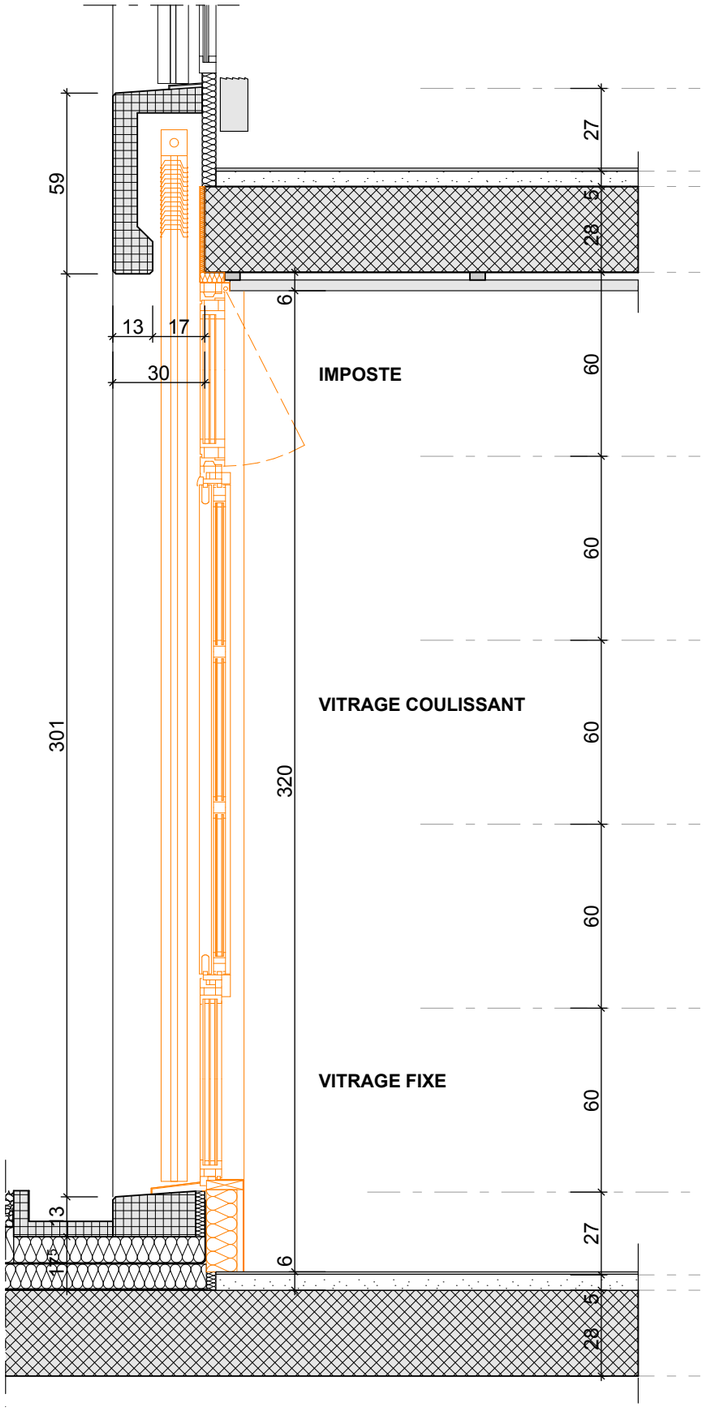
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 180
Format : A3

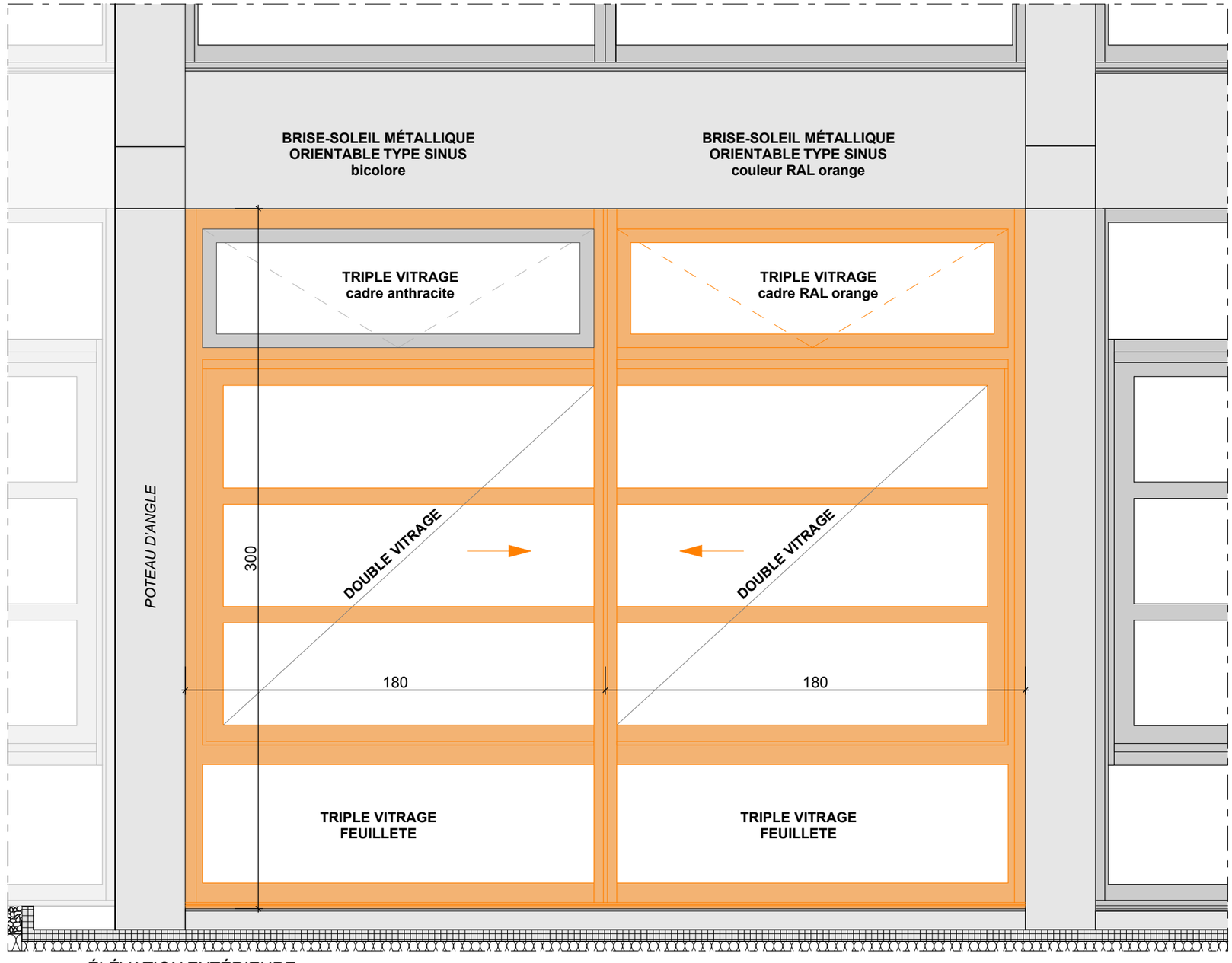
Phase : AVANT-PROJET
Titre : PROTOTYPE 1 SALLE DE CLASSE

Date : 22.01.13
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

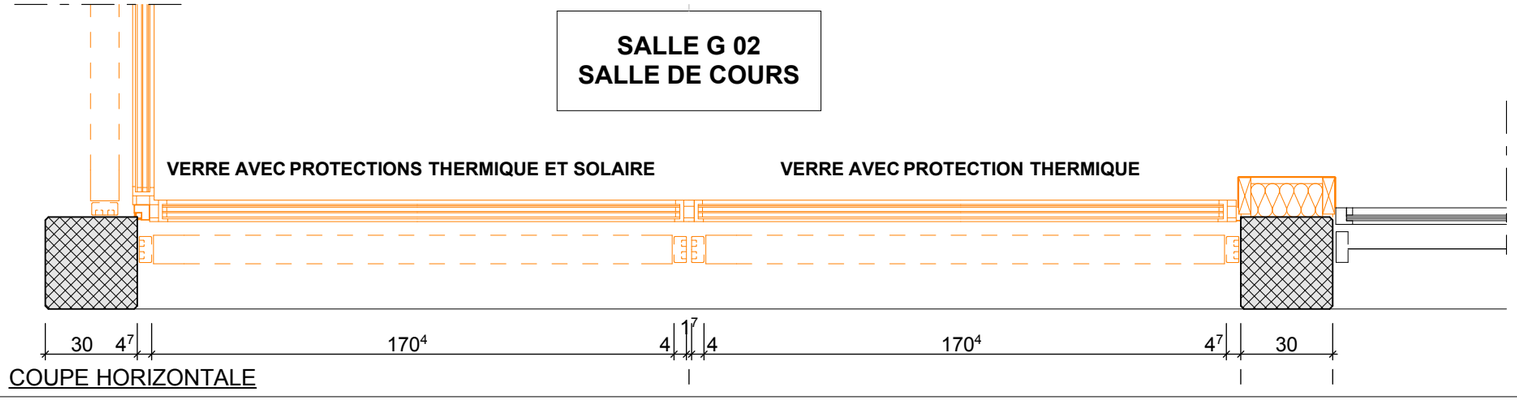
dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE



COUPE HORIZONTALE

PROTOTYPE 2

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 181
Format : A3

Phase : AVANT-PROJET
Titre : PROTOTYPE 2 SALLE DE CLASSE

Date : 22.01.13
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

4 Devis

Projet: 333/HEIG-EN
HEIG I Route de Cheseaux à Yverdon-les-Bains
Réfection de l'enveloppe du bâtiment
Structure: PG

Devis avant-projet +-10%

Montants TVA incl.

Récapitulation par groupes principaux

CFC	Désignation	Devis original TVA incl.	Tot. 3 chiffres	Tot. 1+2 chiffres	%/OG
1	**Travaux préparatoires**			**1'755'000**	**16.0**
2	**Bâtiment**			**8'060'000**	**73.3**
5	**Frais secondaires et comptes d'attente**			**1'125'000**	**10.2**
9	**Ameublement et décoration**			**60'000**	**0.5**
	Total Fr.			**11'000'000**	**100.0**

Atelier d'architecture et d'urbanisme Sàrl
Centre Saint-Roch - rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains

Tél: + 41 (0) 24 424 14 14 Fax: + 41 (0) 24 424 14 15
info@dolci-architectes.ch www.dolci-architectes.ch

Devis avant-projet +-10%

Impression détaillée

Montants TVA incl.

CFC	Désignation	Devis original TVA incl.	Tot. 3 chiffres	Tot. 1+2 chiffres	%/OG
1	**Travaux préparatoires**			**1'755'000**	**16.0**
11	Déblaiement, préparation du terrain			750'000	6.8
113	Démontages		578'000		5.3
115	Fermetures provisoires		172'000		1.6
12	Protections, aménagements provisoires			468'000	4.3
122	Aménagements provisoires Classes provisoires		300'000		2.7
129	Mobilier scolaire		168'000		1.5
13	Installations de chantier en commun			465'000	4.2
131	Clôtures		32'500		0.3
132	Dessertes, places		12'000		0.1
133	Bureau de la direction des travaux		32'500		0.3
135	Installations provisoires		65'000		0.6
136	Frais d'énergie, d'eau, etc.		54'000		0.5
137	Fermetures et protections provisoires		220'000		2.0
138	Tri des déchets de chantier		49'000		0.4
14	Adaptation de bâtiments existants			22'000	0.2
141	Mise en forme du terrain, gros oeuvre 1		22'000		0.2
141.9	Assainissement amiante	22'000			0.2
19	Honoraires			50'000	0.5
196	Spécialistes		19'000		0.2
196.7	Historien	19'000			0.2
197	Ingénieur sécurité feu		31'000		0.3
2	**Bâtiment**			**8'060'000**	**73.3**
21	Gros oeuvre 1			218'000	2.0

CFC	Désignation	Devis original TVA incl.	Tot. 3 chiffres	Tot. 1+2 chiffres	%/OG
215	Construction légère préfabriquée		218'000		2.0
215.1	Echafaudages	218'000			2.0
22	Gros oeuvre 2			5'657'000	51.4
221	Fenêtres, portes extérieures		4'525'000		41.1
221.4	Fenêtres en aluminium	3'810'000			34.6
221.6	Portes extérieures en métal	715'000			6.5
224	Couverture		150'000		1.4
224.3	Vitrages de toits plats	150'000			1.4
228	Fermetures extérieures, protection contre le s		982'000		8.9
228.2	Stores vénitiens	982'000			8.9
27	Aménagements intérieurs 1			140'000	1.3
272	Ouvrages métalliques		42'000		0.4
272.2	Ouvrages métalliques courants (serrurerie)	42'000			0.4
277	Cloisons en éléments		98'000		0.9
277.0	Cloisons amovibles	98'000			0.9
28	Aménagements intérieurs 2			715'000	6.5
281	Revêtements de sols		220'000		2.0
281.2	Revêtements sols en matières synthétiques, t	130'000			1.2
281.8	Faux-planchers techniques	90'000			0.8
283	Faux-plafonds		181'000		1.6
283.3	Plafonds en panneaux de fibre minérale	181'000			1.6
285	Traitement des surfaces intérieures		130'000		1.2
285.1	Peinture intérieure	130'000			1.2
286	Assèchement du bâtiment		70'000		0.6
287	Nettoyage du bâtiment		57'000		0.5
289	Déménagements		57'000		0.5
29	Honoraires			1'330'000	12.1
291	Architecte		35'000		0.3
294	Ingénieur CVCR		35'000		0.3
296	Spécialistes		84'000		0.8
296.0	Géomètre	11'000			0.1
296.3	Physicien	45'000			0.4

CFC	Désignation	Devis original TVA incl.	Tot. 3 chiffres	Tot. 1+2 chiffres	%/OG
296.4	Acousticien	10'000			< 0.1
296.9	Autres	18'000			0.2
297	Expert amiante		9'000		< 0.1
299	Plannification Générale		1'167'000		10.6
5	**Frais secondaires et comptes d'attente**			**1'125'000**	**10.2**
51	Autorisations, taxes			20'000	0.2
511	Autorisations, gabarits (taxes)		20'000		0.2
52	Echantillons, maquettes, reproductions, docur			163'000	1.5
521	Echantillons, essais de matériaux		77'000		0.7
521.0	Echantillons	77'000			0.7
524	Reproduction de documents, tirages, héliogra		74'000		0.7
524.1	Reproductions planificateur général	59'000			0.5
524.2	Reproduction mandataires divers	15'000			0.1
525	Documents promotionnels		12'000		0.1
53	Assurances			37'000	0.3
531	Assurances pour travaux en cours		27'000		0.2
533	Franchise en cas de sinistre pendant la durée		10'000		< 0.1
55	Prestations du maître d'ouvrage			106'000	1.0
558	Direction du projet, accompagnement du proje		106'000		1.0
56	Autres frais secondaires			32'000	0.3
564	Expertises		10'000		< 0.1
565	Frais de voyage		1'000		< 0.1
566	Pose de la première pierre, bouquet, inaugura		5'000		< 0.1
568	Panneaux publicitaires		16'000		0.1
58	Comptes d'attente pour provisions et réserves			767'000	7.0
583	Réserves pour imprévus		705'000		6.4

CFC	Désignation	Devis original TVA incl.	Tot. 3 chiffres	Tot. 1+2 chiffres	%/OG
589	Prorata		62'000		0.6
9	**Ameublement et décoration**			**60'000**	**0.5**
98	Oeuvres d'art			60'000	0.5
981	Animation artistique		60'000		0.5
	Total Fr.			**11'000'000**	**100.0**

5 Annexes

5.1 Détails architecte – Etat existant

5.2 Détails architecte – Avant-projet

5.3 Détails façadier – Avant-projet

5.4 Schémas architecte – type ouvrants

5.5 Note technique Emmer Pfenninger Partner AG

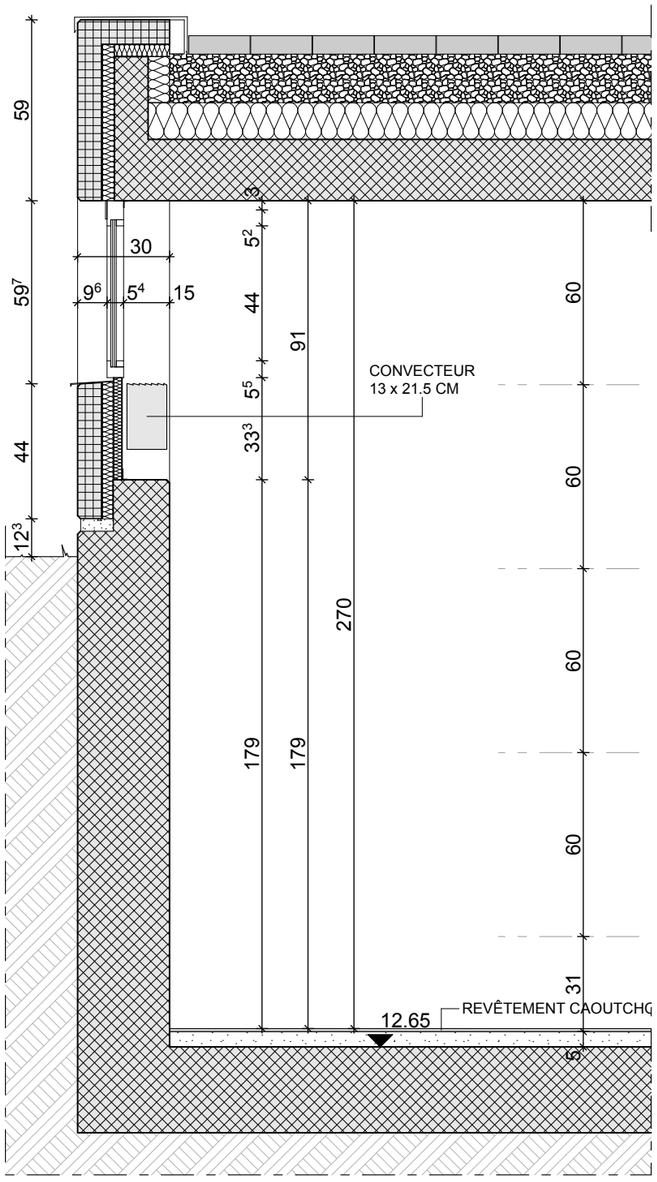
5.6 Documentation technique

5.7 Rapport Prona – Etude de variantes acoustiques

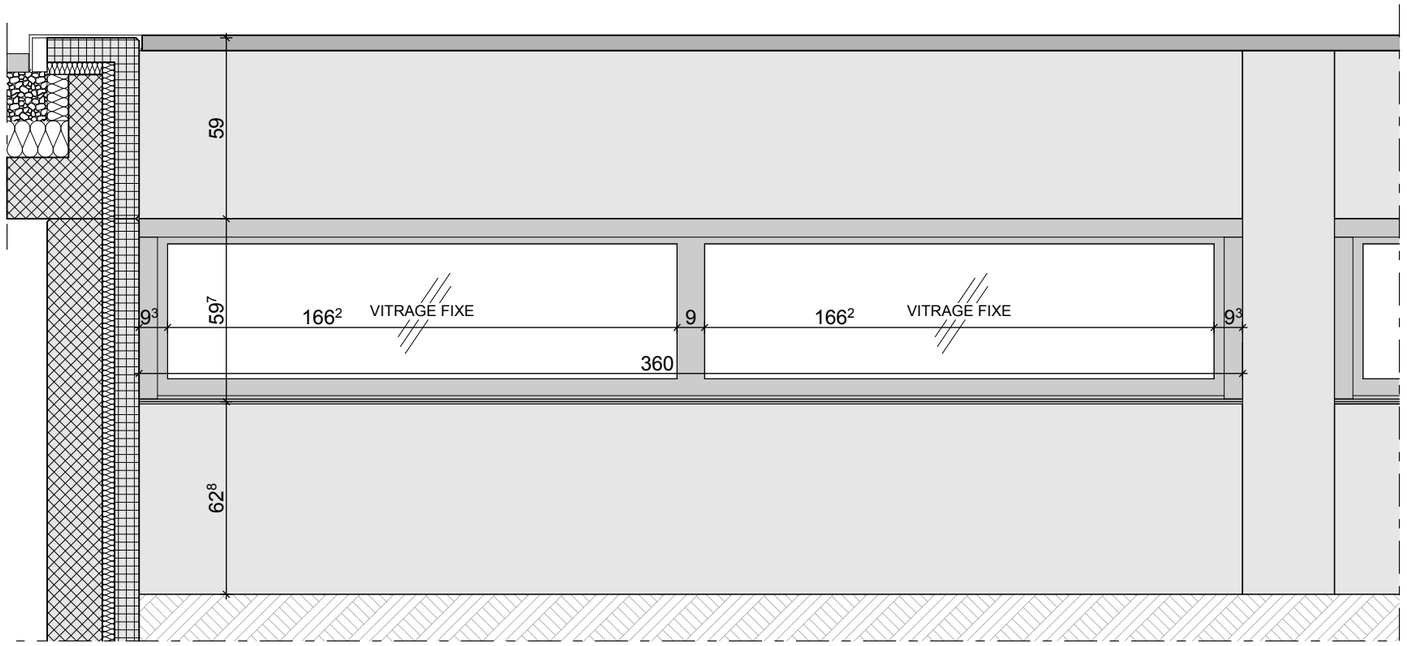
5.8 Evaluation patrimoniale

5.9 Rapport Estia – Analyse énergétique de l'enveloppe du bâtiment

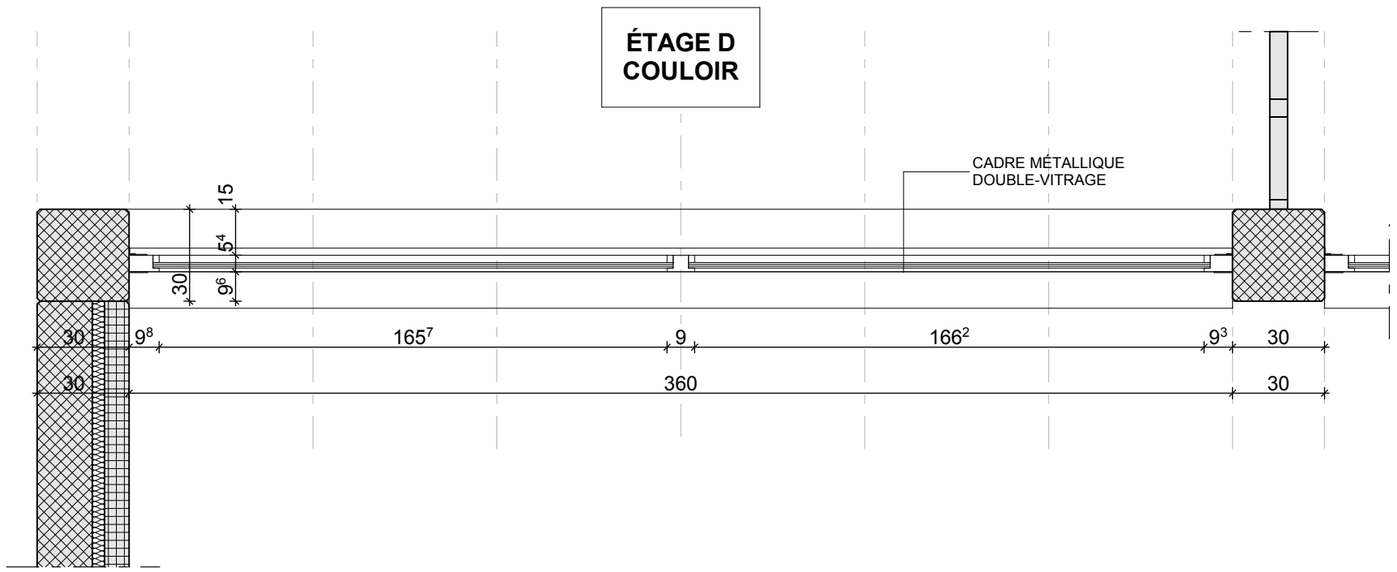
5.1 Détails architectes – Etat existant



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE



COUPE HORIZONTALE

MODULE 1

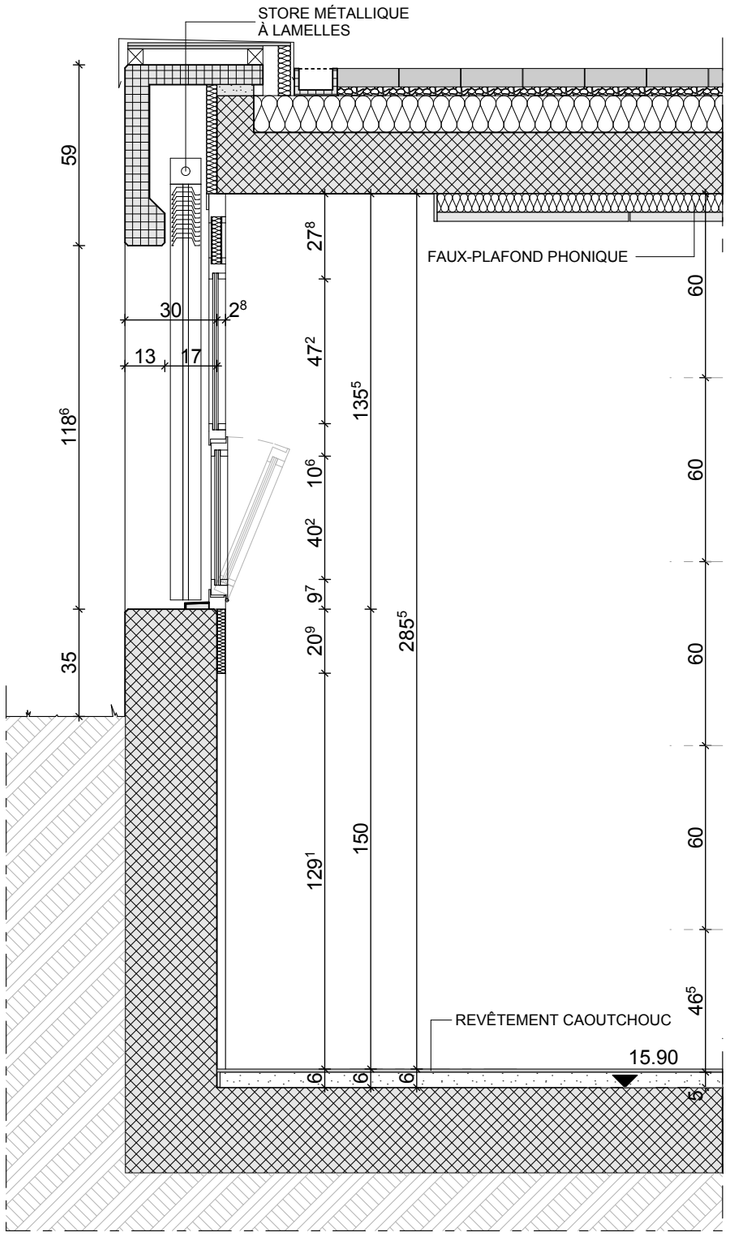
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 050.0
Format : A3

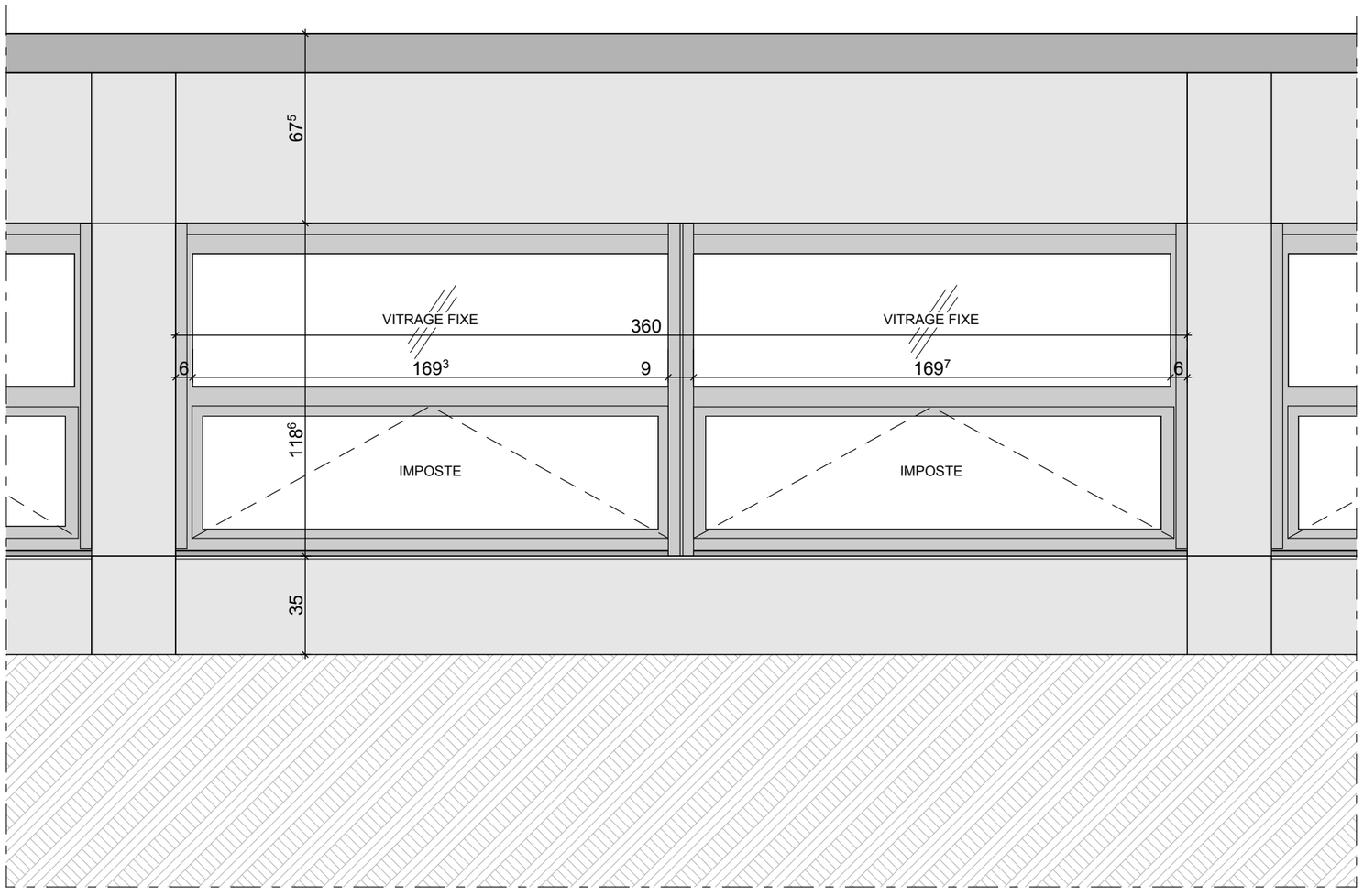
Phase : ÉTAT EXISTANT
Titre : OUVERTURE COULOIR LABORATOIRE (1)

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

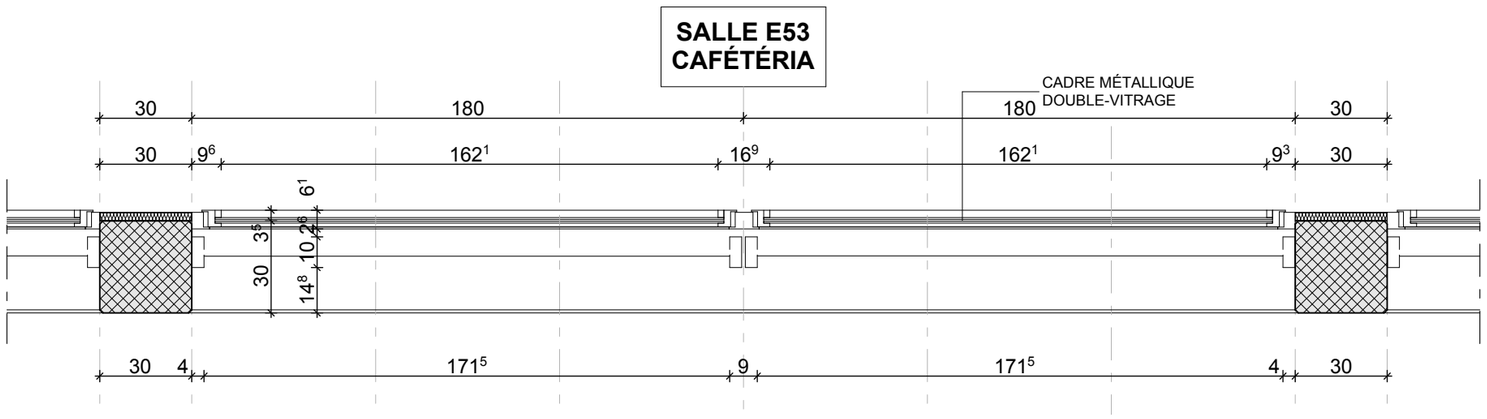
dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 - Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE



COUPE HORIZONTALE

MODULE 2

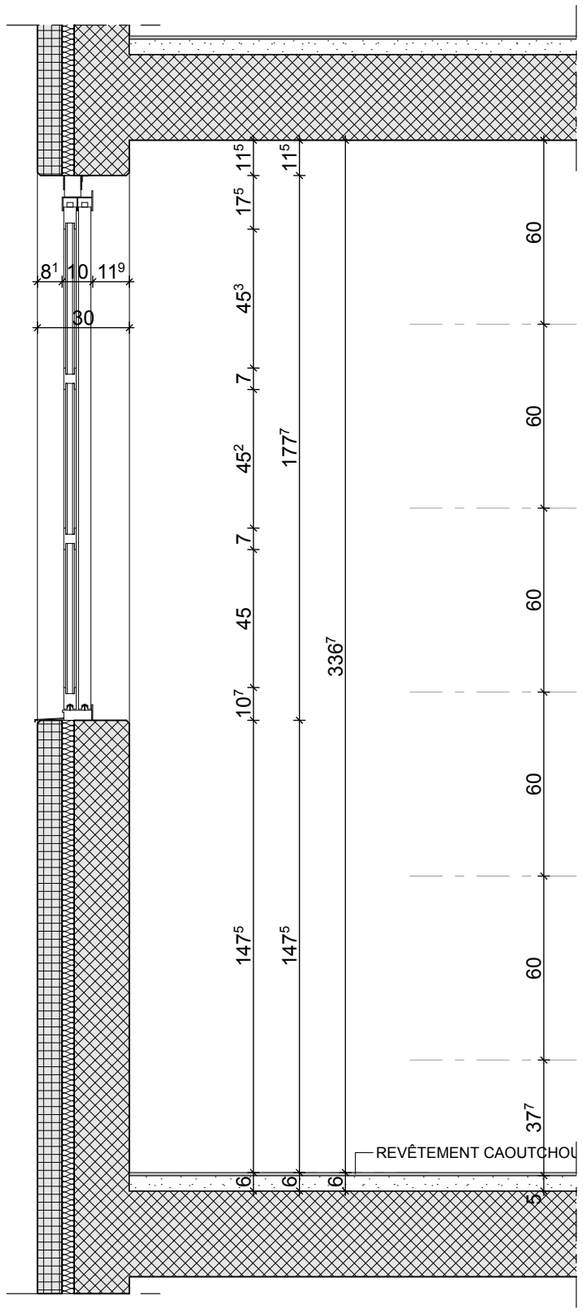
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 051.0
Format : A3

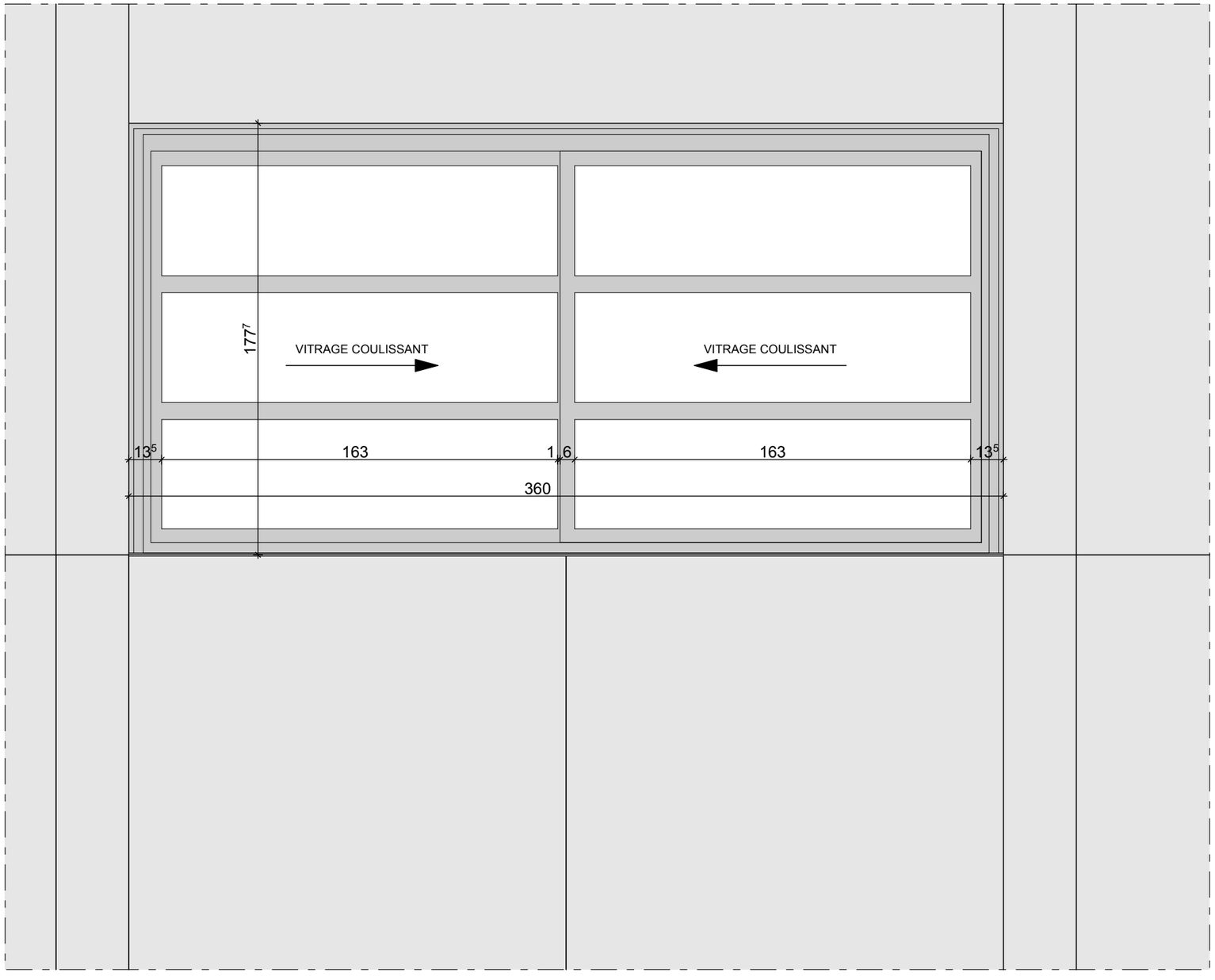
Phase : ÉTAT EXISTANT
Titre : OUVERTURE CAFÉTÉRIA (2)

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

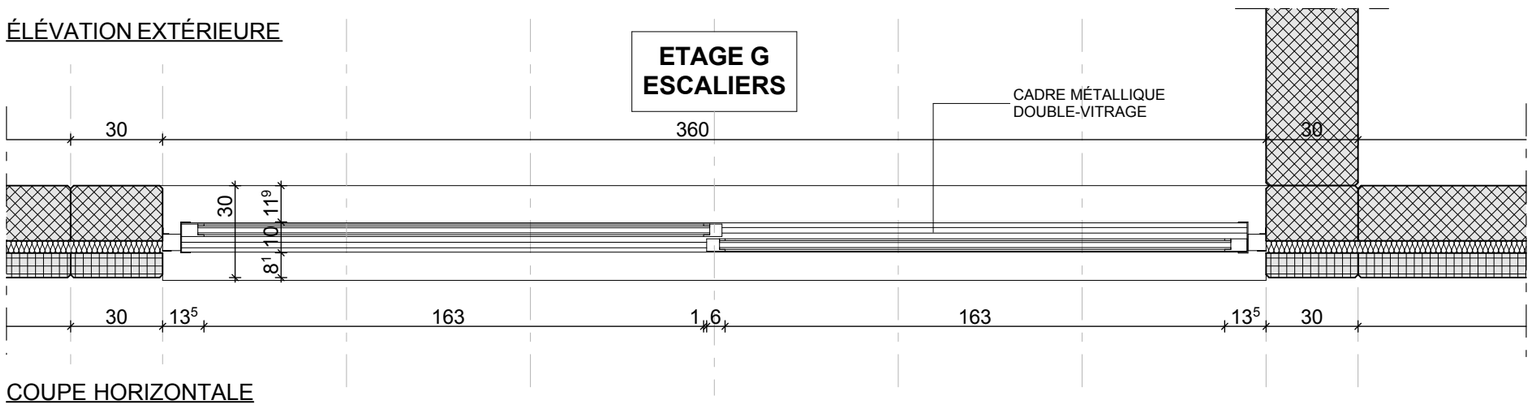
dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
tél. : 024 424 14 14 Fax : 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE



COUPE HORIZONTALE

MODULE 3

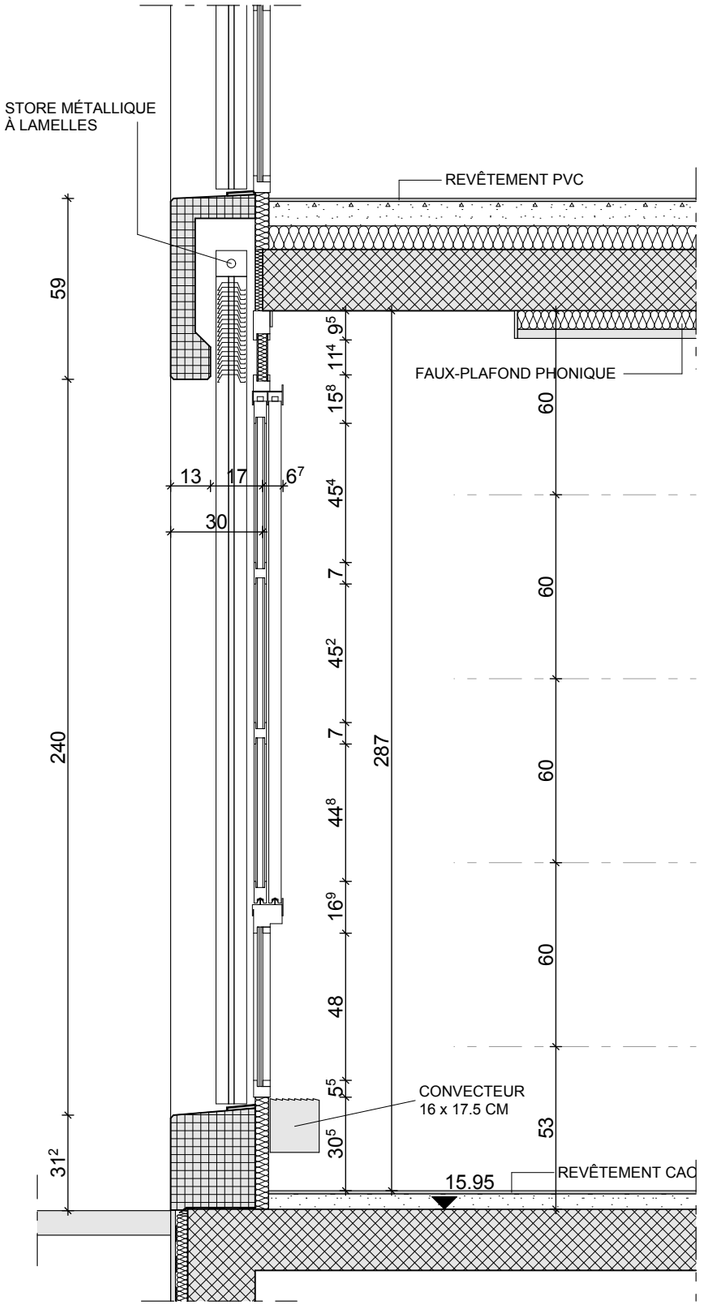
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 052.0
Format : A3

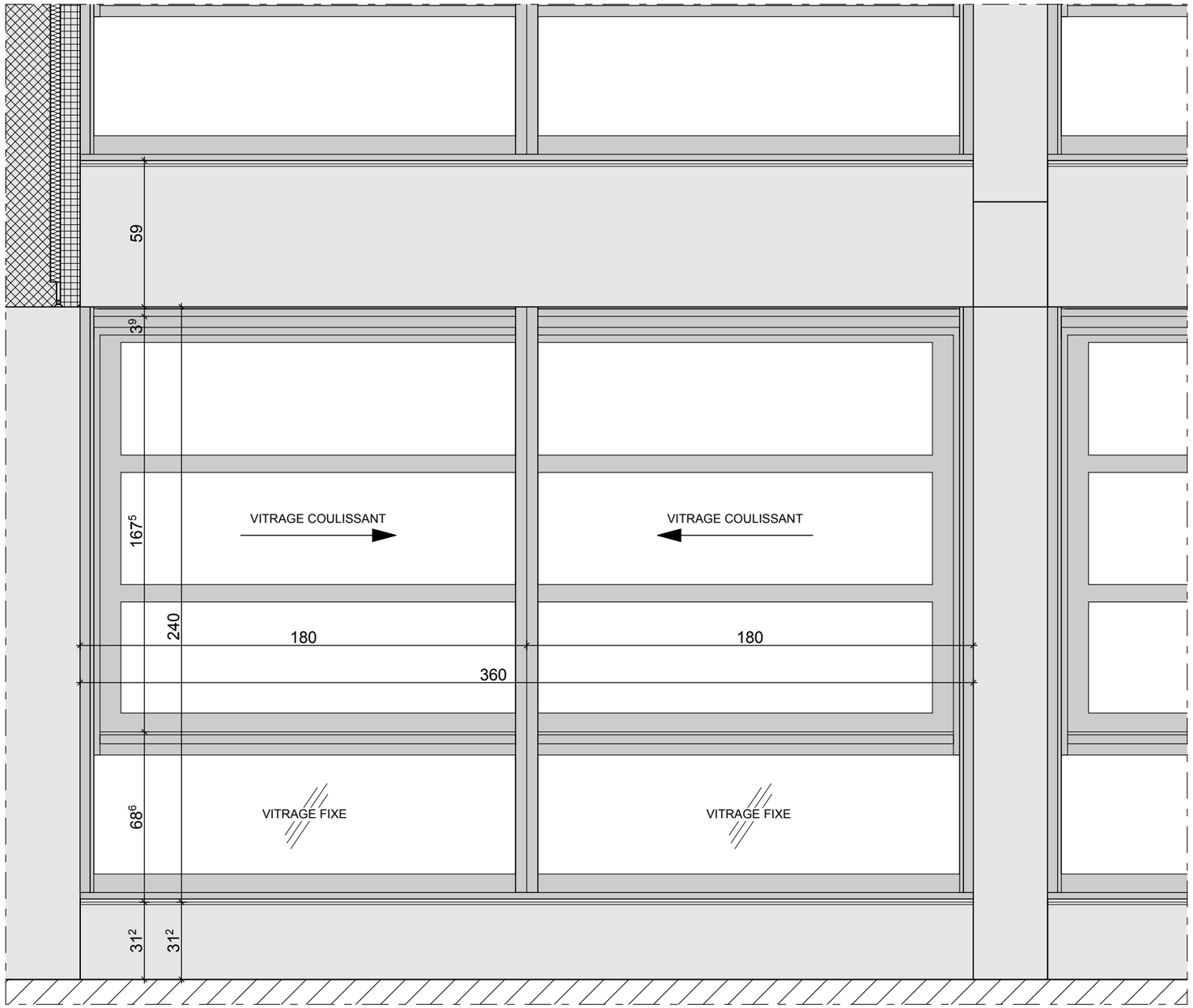
Phase : ÉTAT EXISTANT
Titre : OUVERTURE CAGE ESCALIER (3)

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

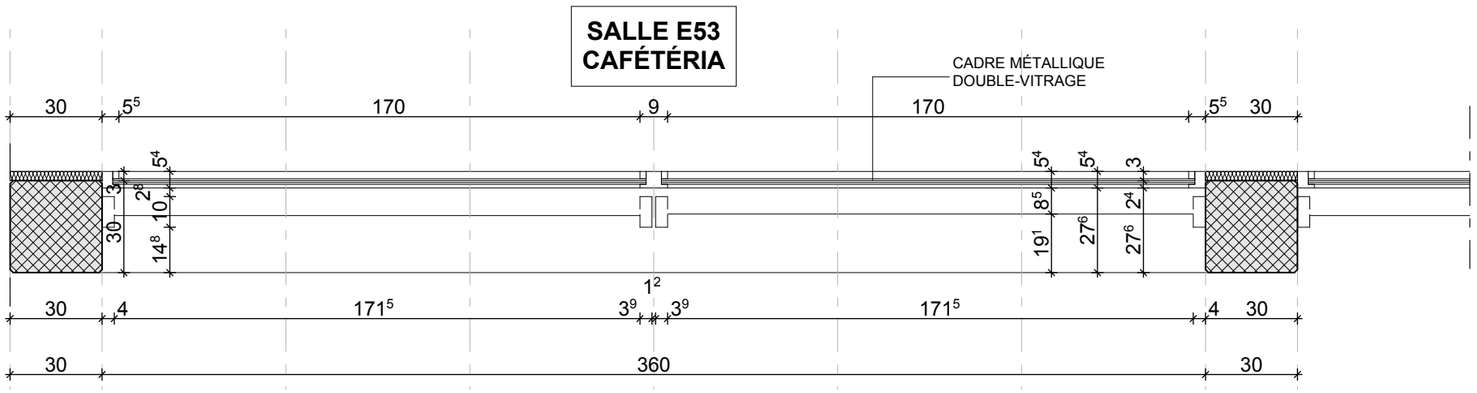
dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
tél. : 024 424 14 14 Fax : 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE



COUPE HORIZONTALE

MODULE 4

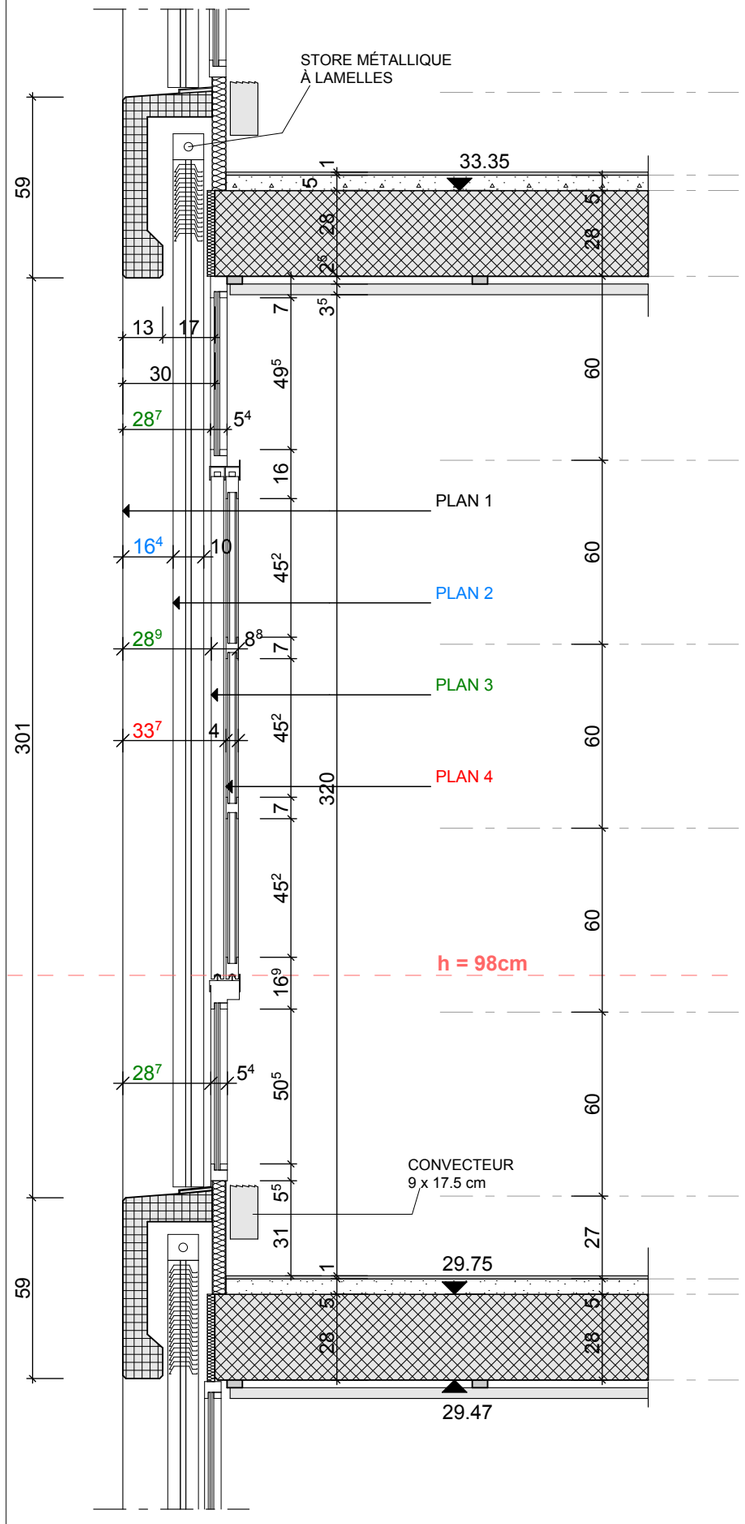
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 053.0
Format : A3

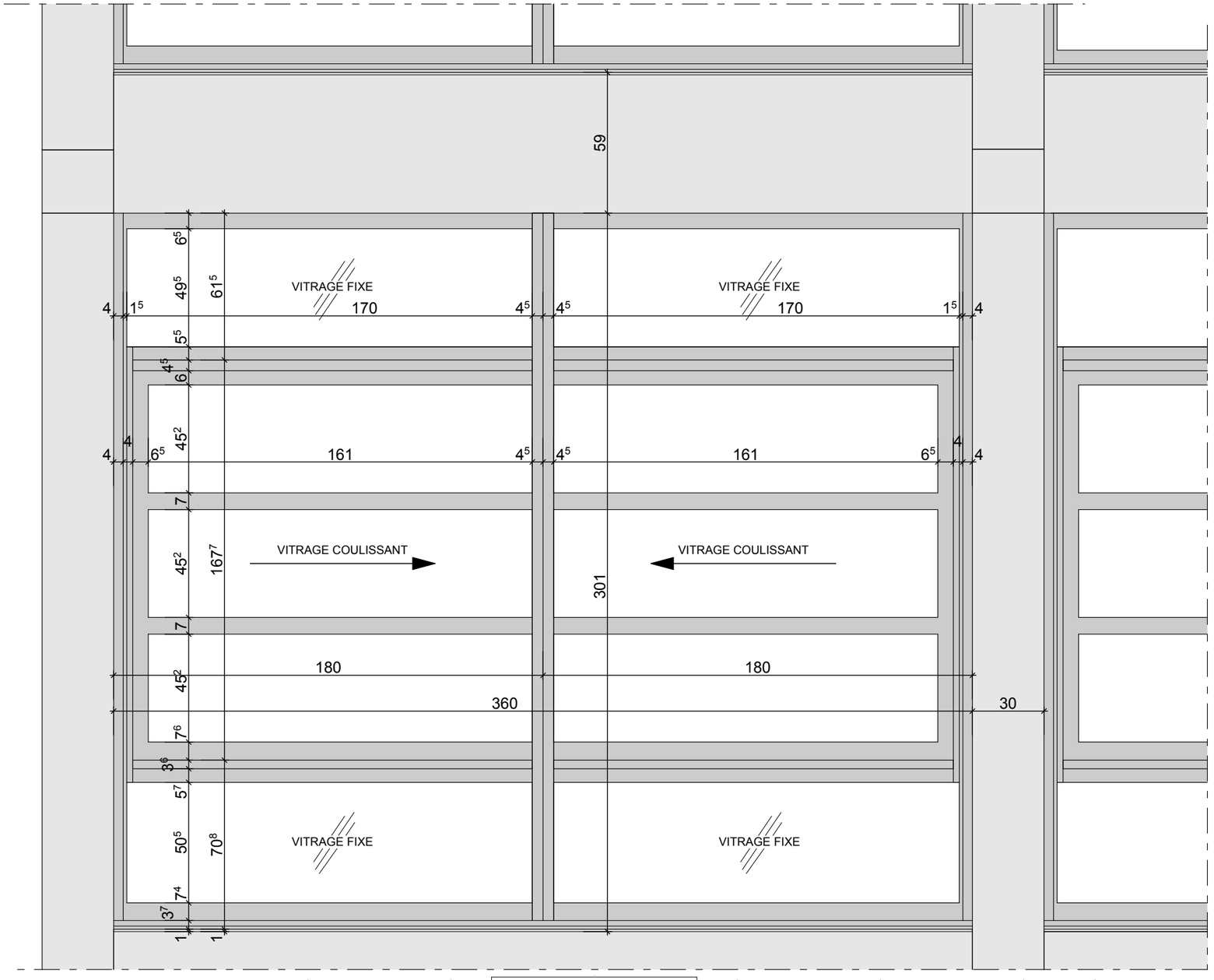
Phase : ÉTAT EXISTANT
Titre : OUVERTURE CAFÉTÉRIA (4)

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

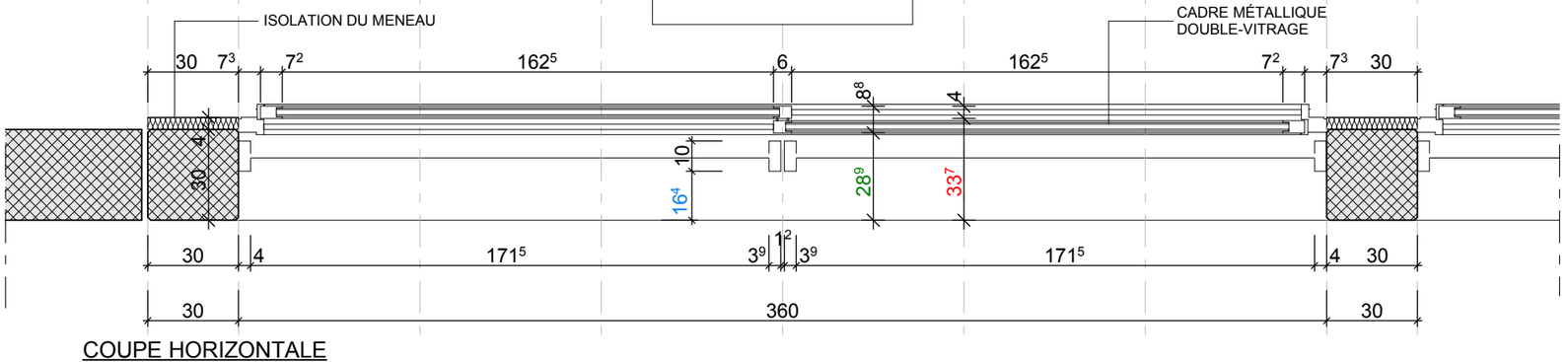


COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE

SALLE J 02
SALLE DE COURS



COUPE HORIZONTALE

MODULE 5

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 054.0
Format : A3

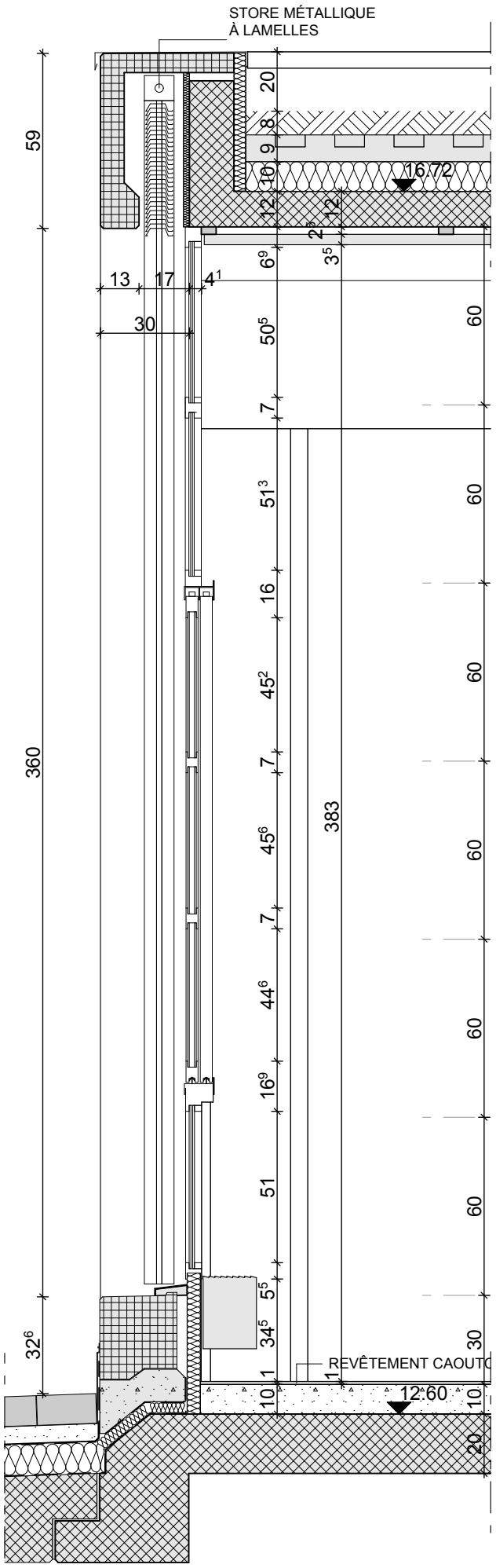
Phase : ÉTAT EXISTANT
Titre : OUVERTURE SALLE DE COURS (5)

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

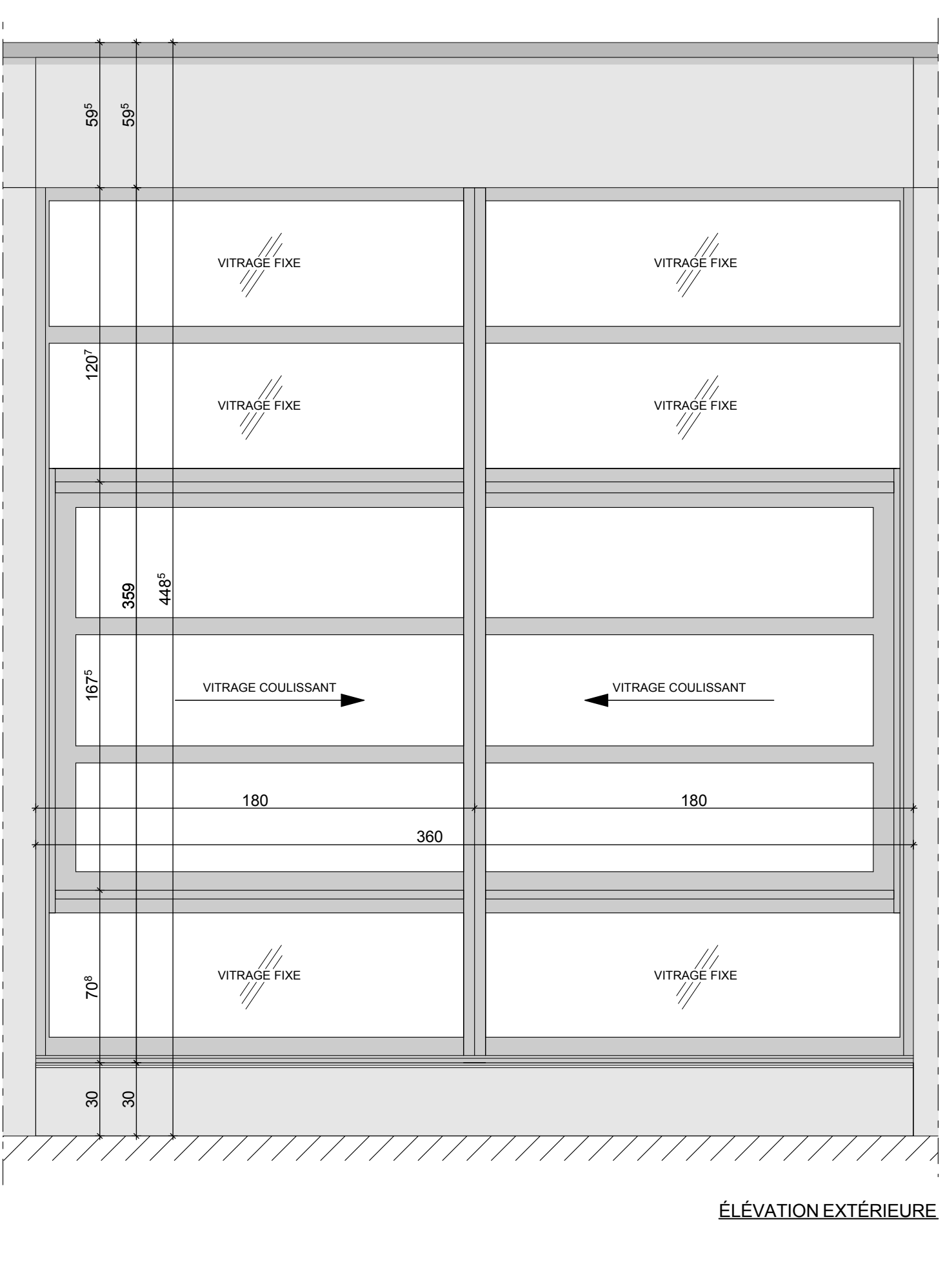
dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
Ch - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No :	333	Phase :	ÉTAT EXISTANT	Date :	28.11.2012	**dolci architectes**	
Extrait Plan No :	A 055.0			Echelle :	1:20	Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8	
Format :	A3	Titre :	OUVERTURE LABORATOIRE (6)	Dessiné :	ND / MS	CH - 1400 Yverdon-les-Bains	
						Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15	
						info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch	

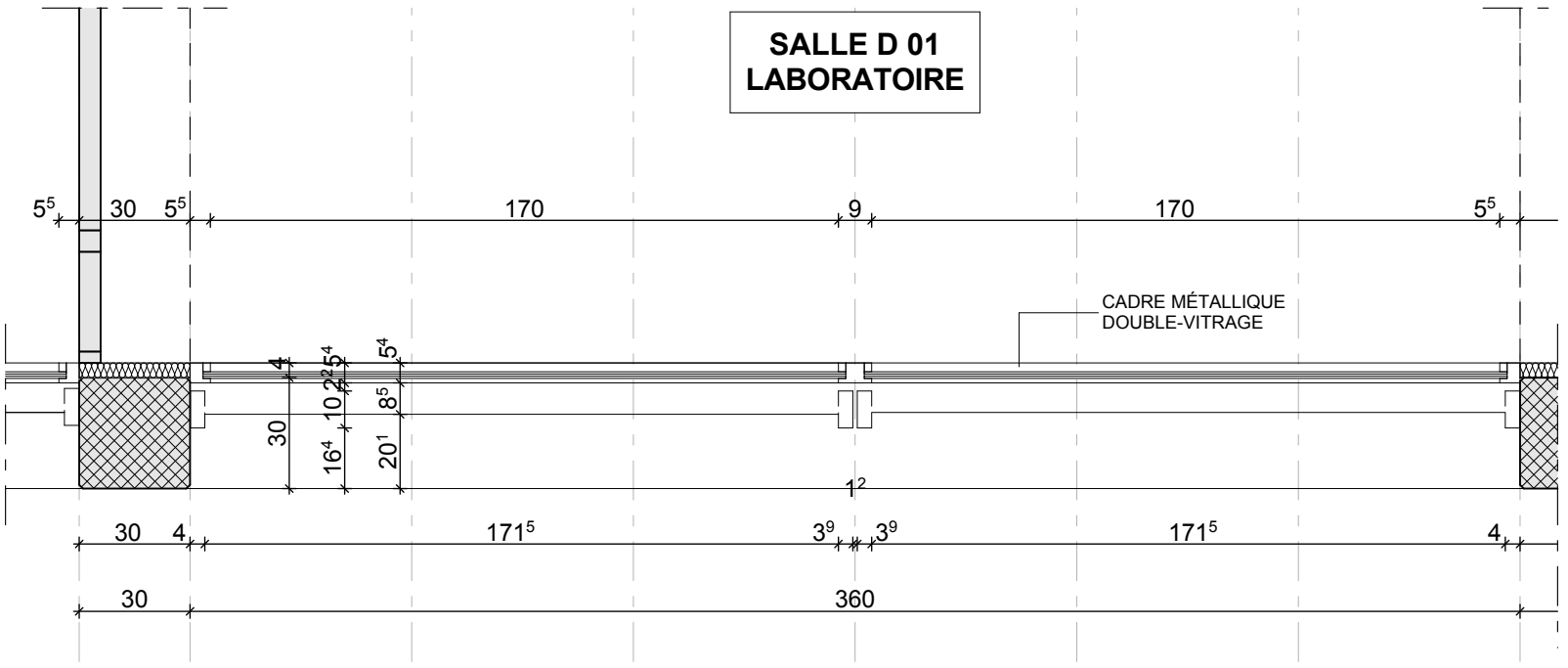


COUPE VERTICALE



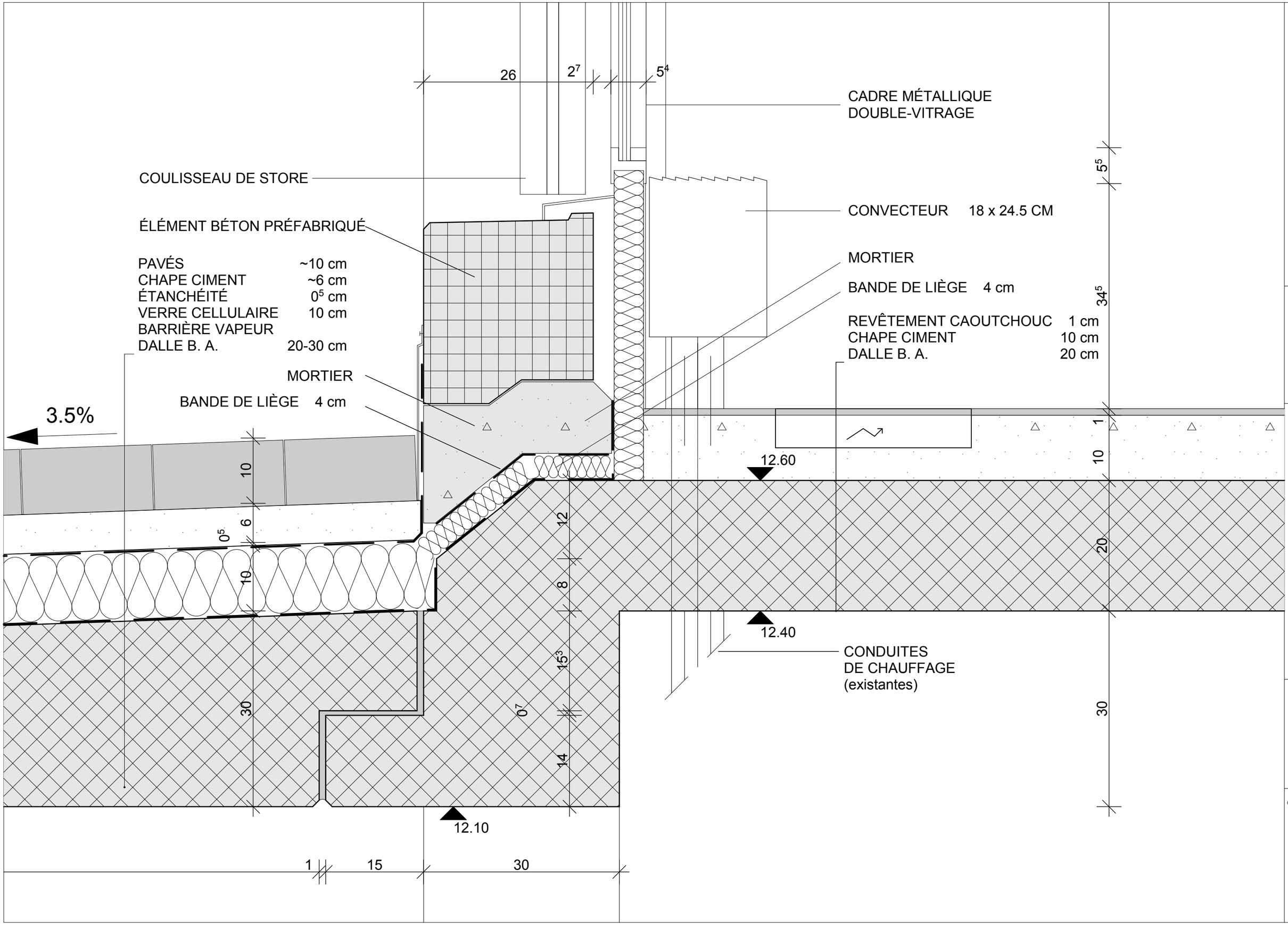
ÉLÉVATION EXTÉRIEURE

SALLE D 01
LABORATOIRE



COUPE HORIZONTALE

MODULE 6



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 060
Format : A3

Phase : ÉTAT EXISTANT
Titre : PIED DE FAÇADE LABORATOIRE

Date : 28.11.12
Echelle : 1:5
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 - Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

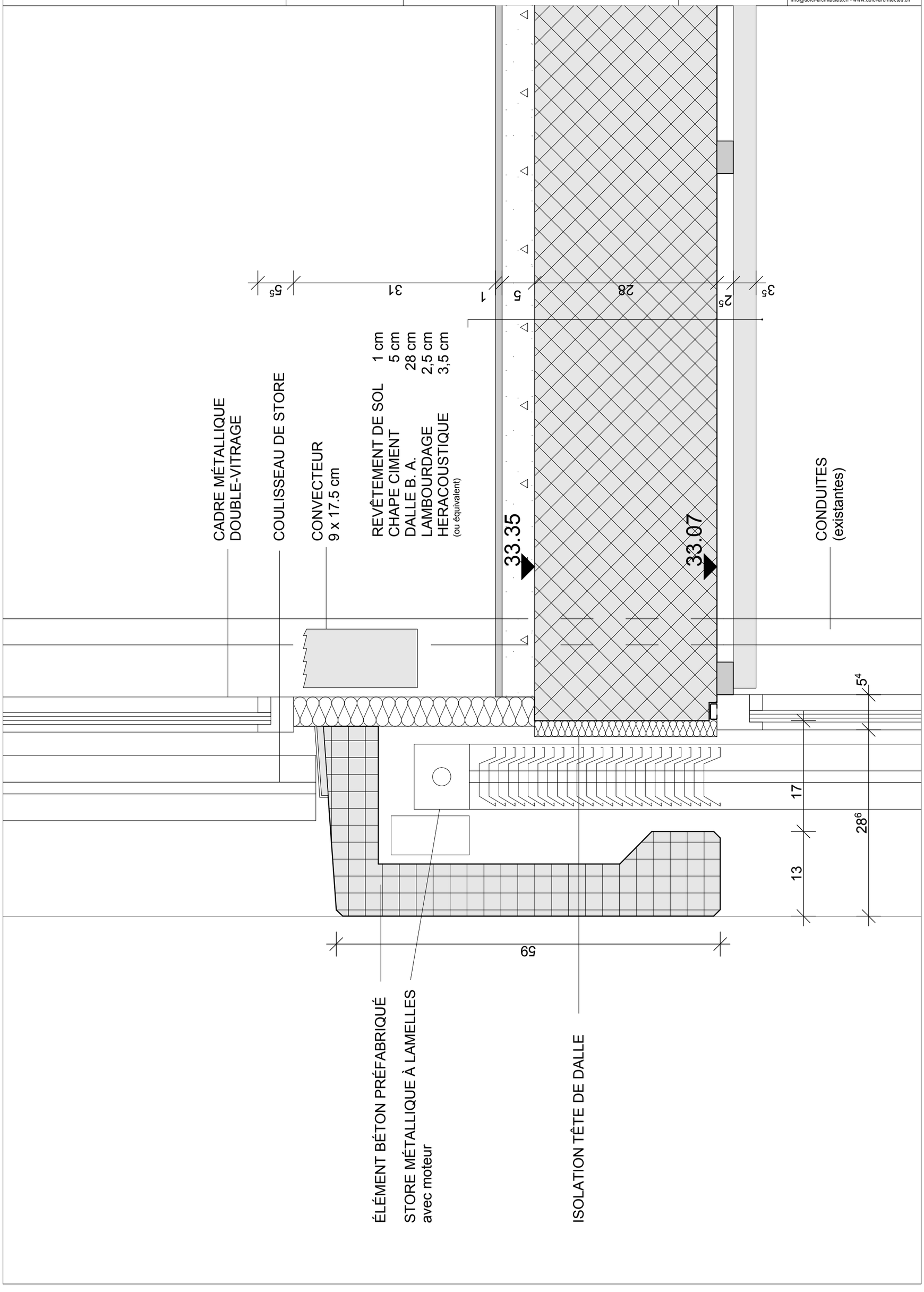
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No :	333
Extrait Plan No :	A 061
Format :	A3

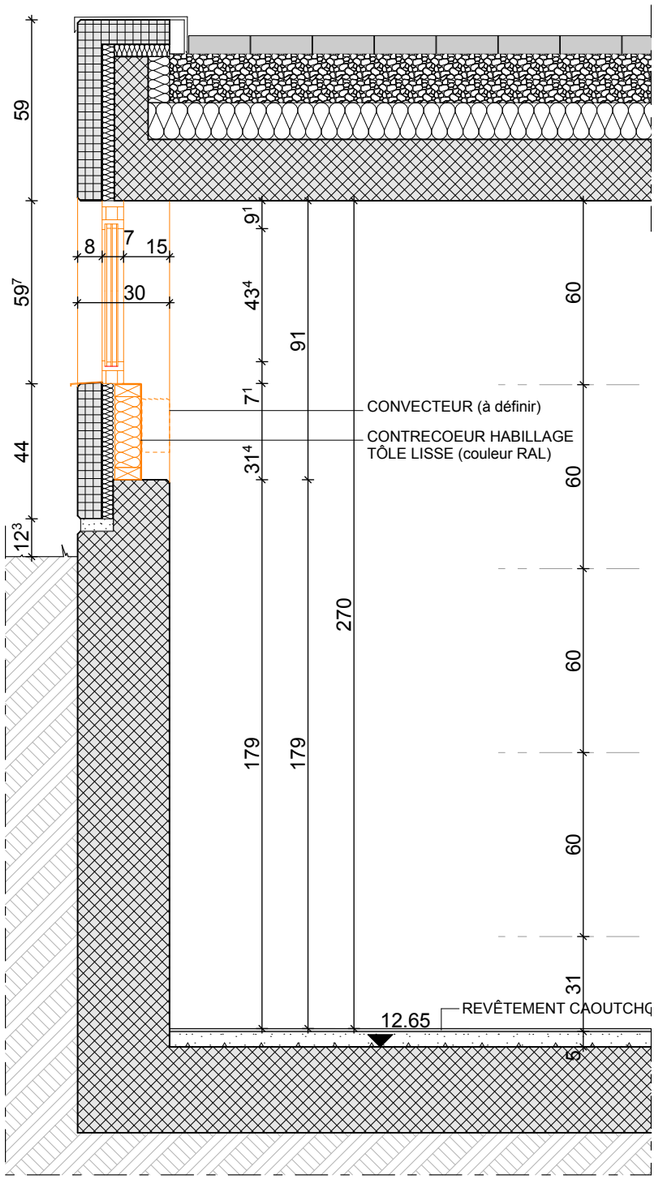
Phase : **ÉTAT EXISTANT**
Titre : **TÊTE DE DALLE SALLE DE COURS**

Date :	28.11.12
Echelle :	1:5
Dessiné :	ND / MS

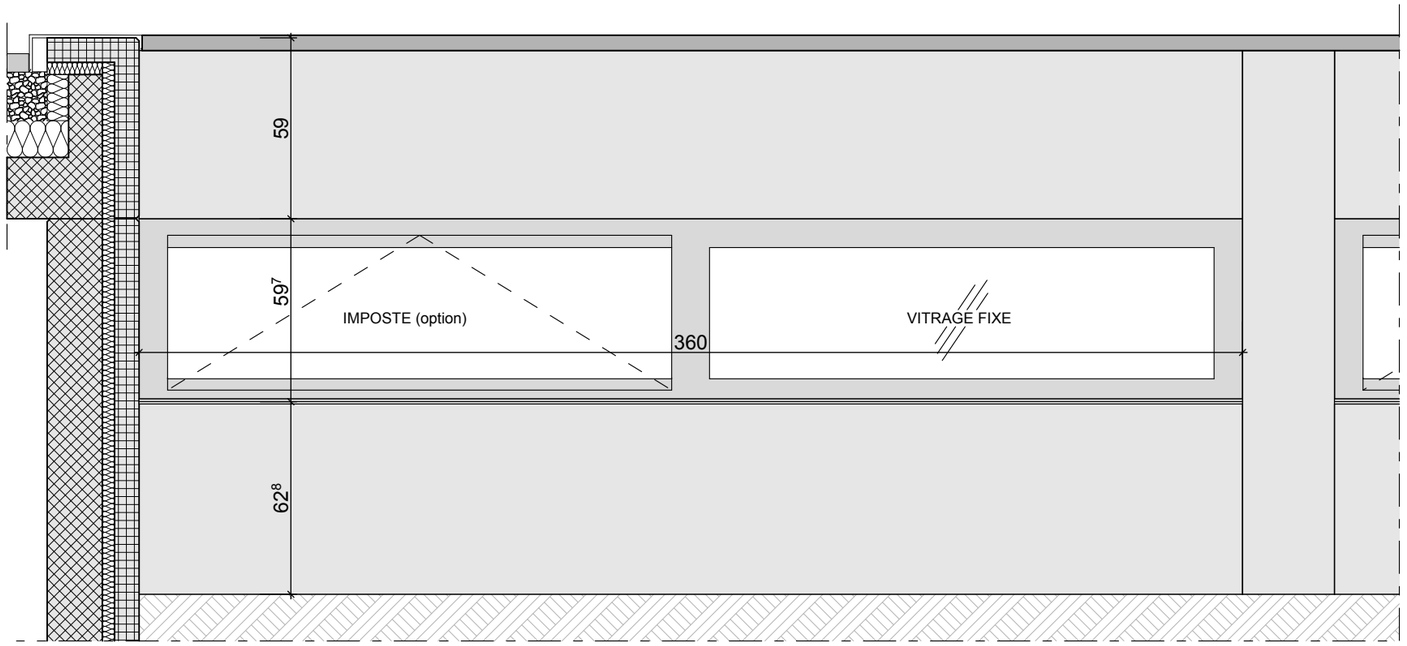
dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



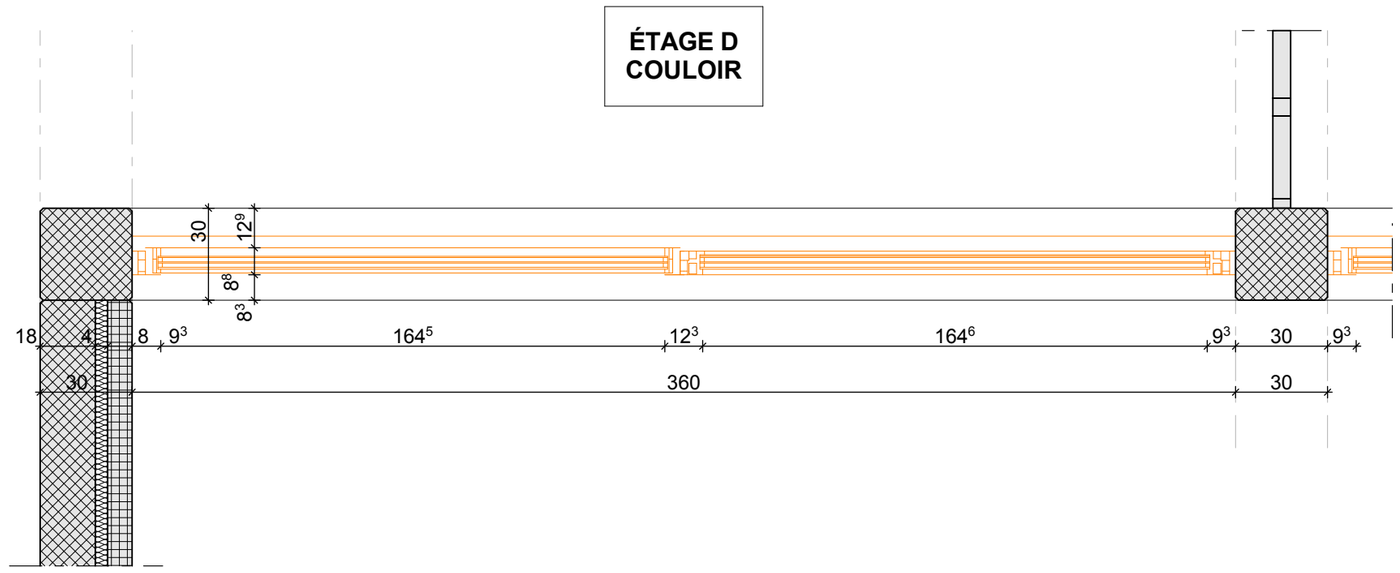
5.2 Détails architectes – Avant-projet



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE



COUPE HORIZONTALE

MODULE 1

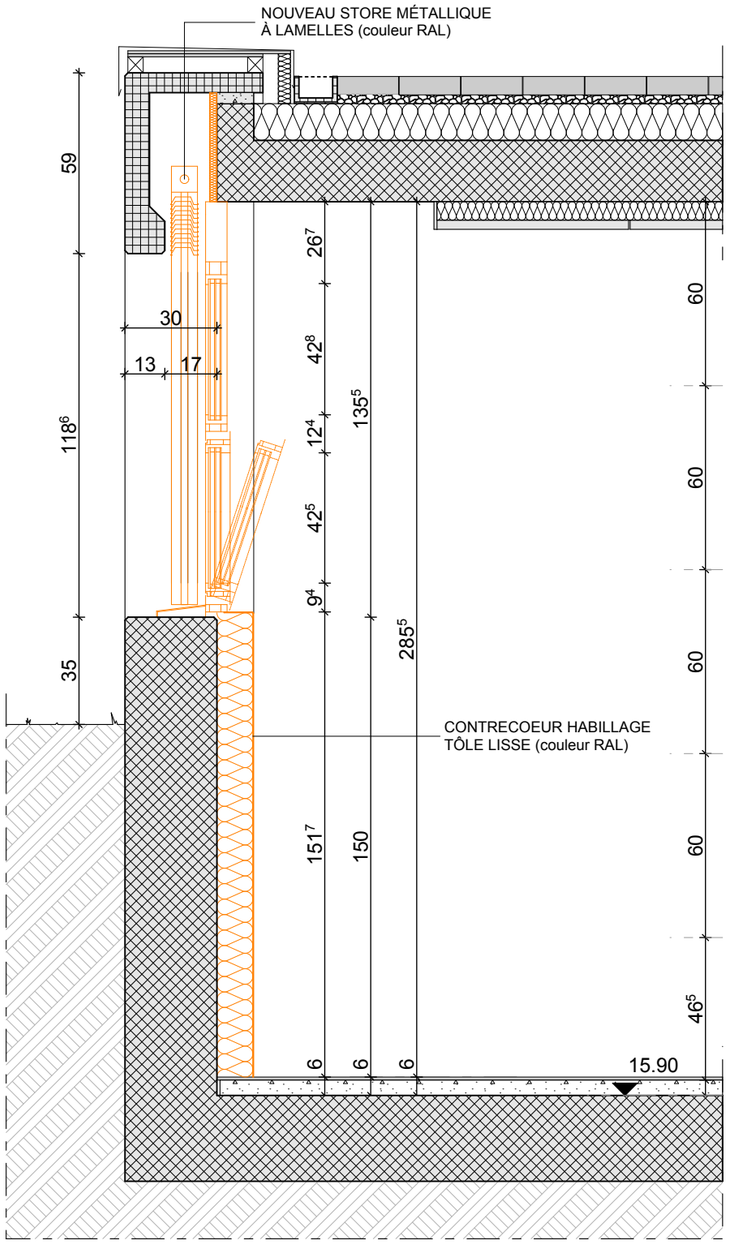
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 150.0
Format : A3

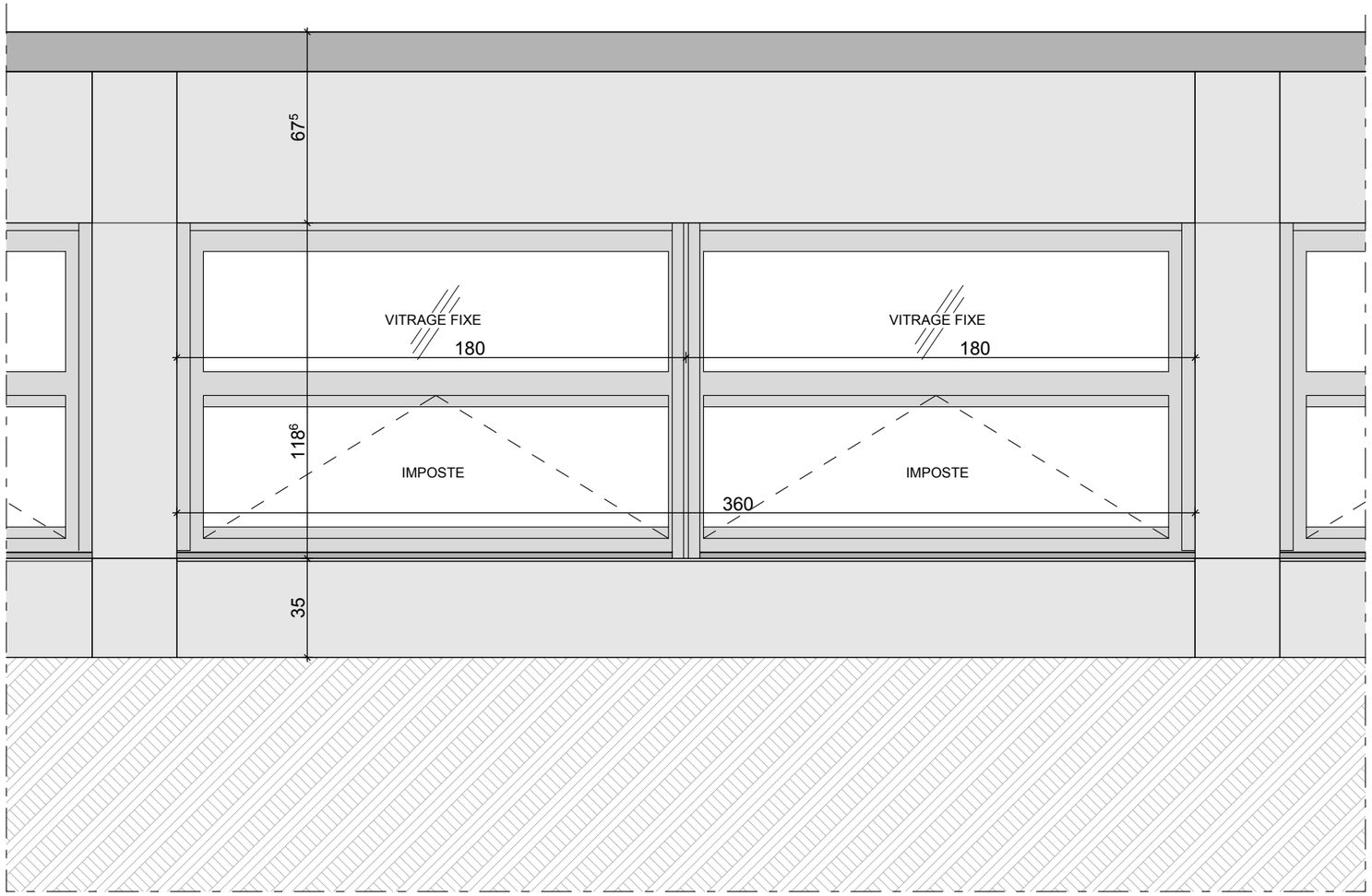
Phase : AVANT PROJET
Titre : OUVERTURE COULOIR LABORATOIRE (1)

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

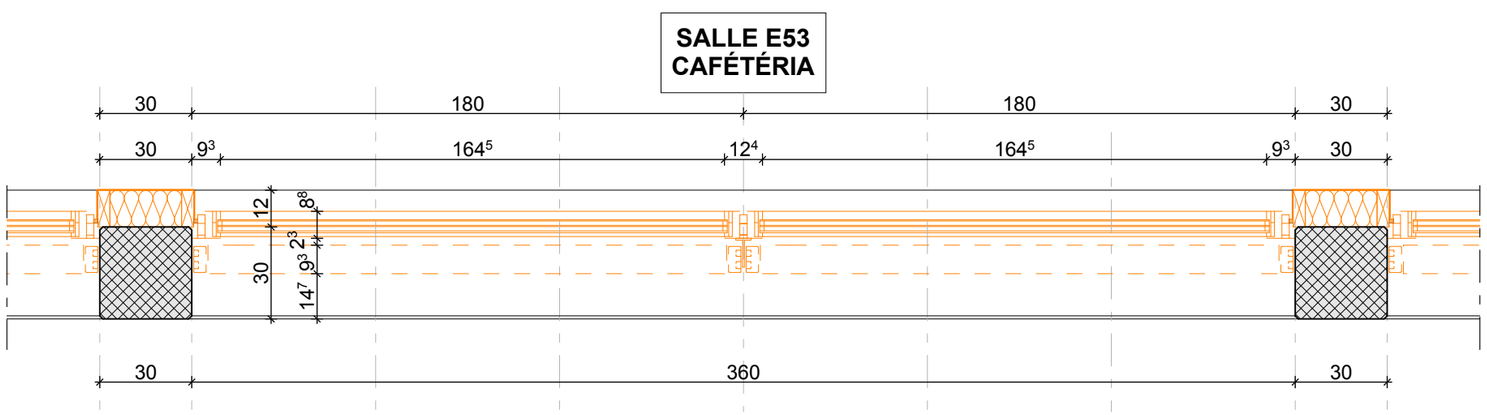
dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 - Fax : 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE



COUPE HORIZONTALE

MODULE 2

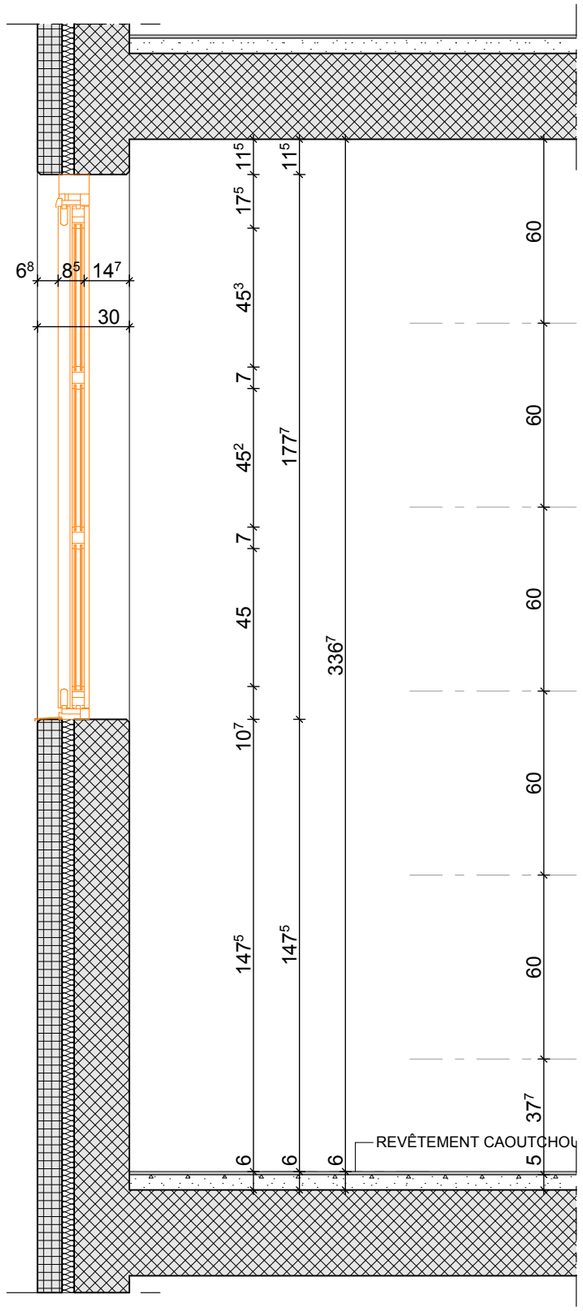
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 151.0
Format : A3

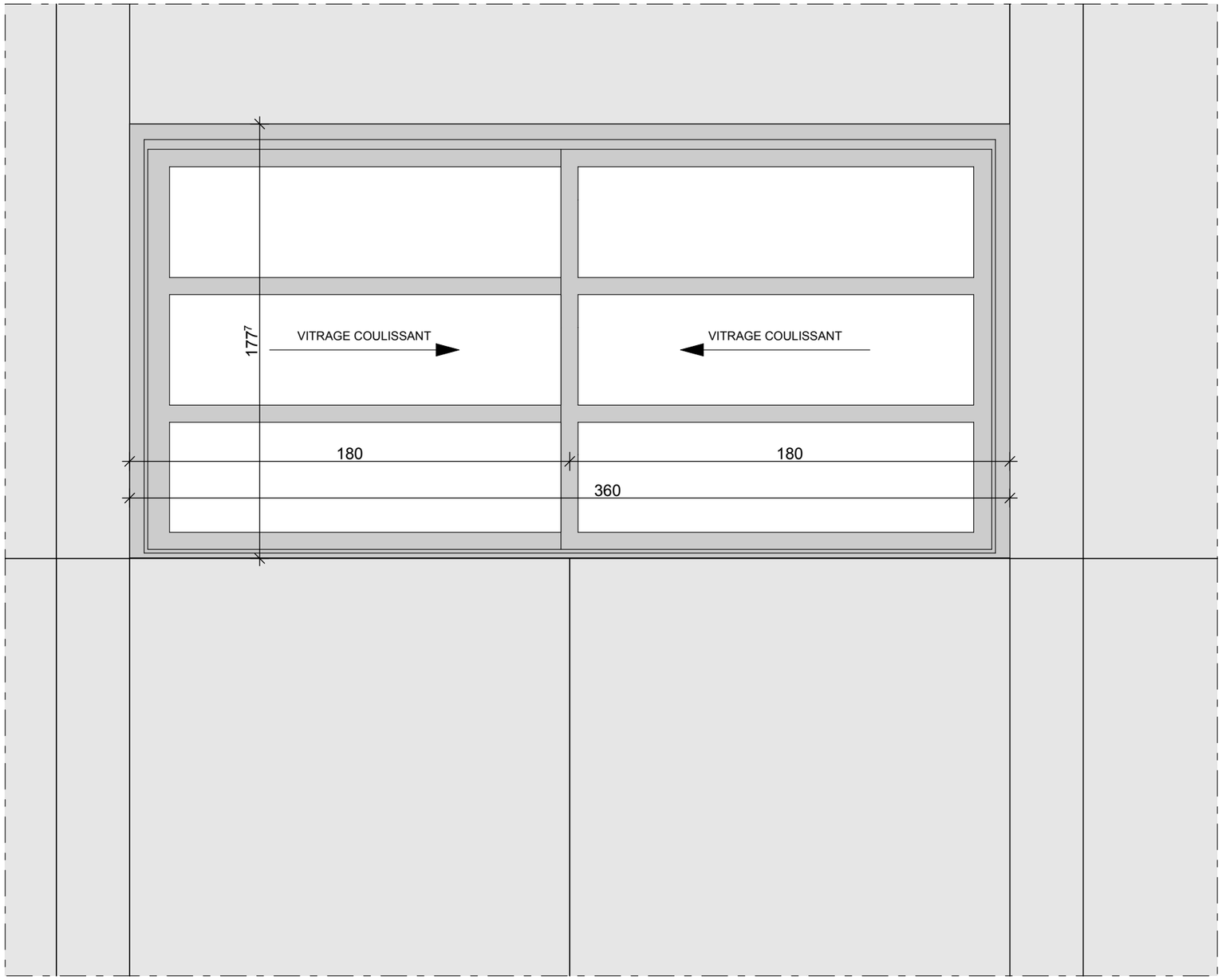
Phase : **AVANT PROJET**
Titre : **OUVERTURE CAFÉTÉRIA (2)**

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

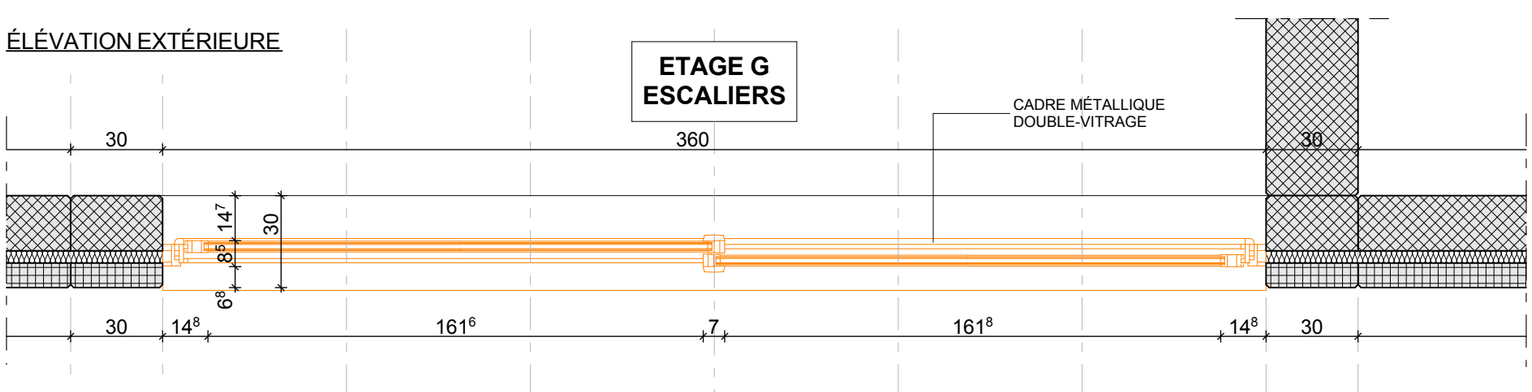
dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 - Fax : 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE



COUPE HORIZONTALE

MODULE 3

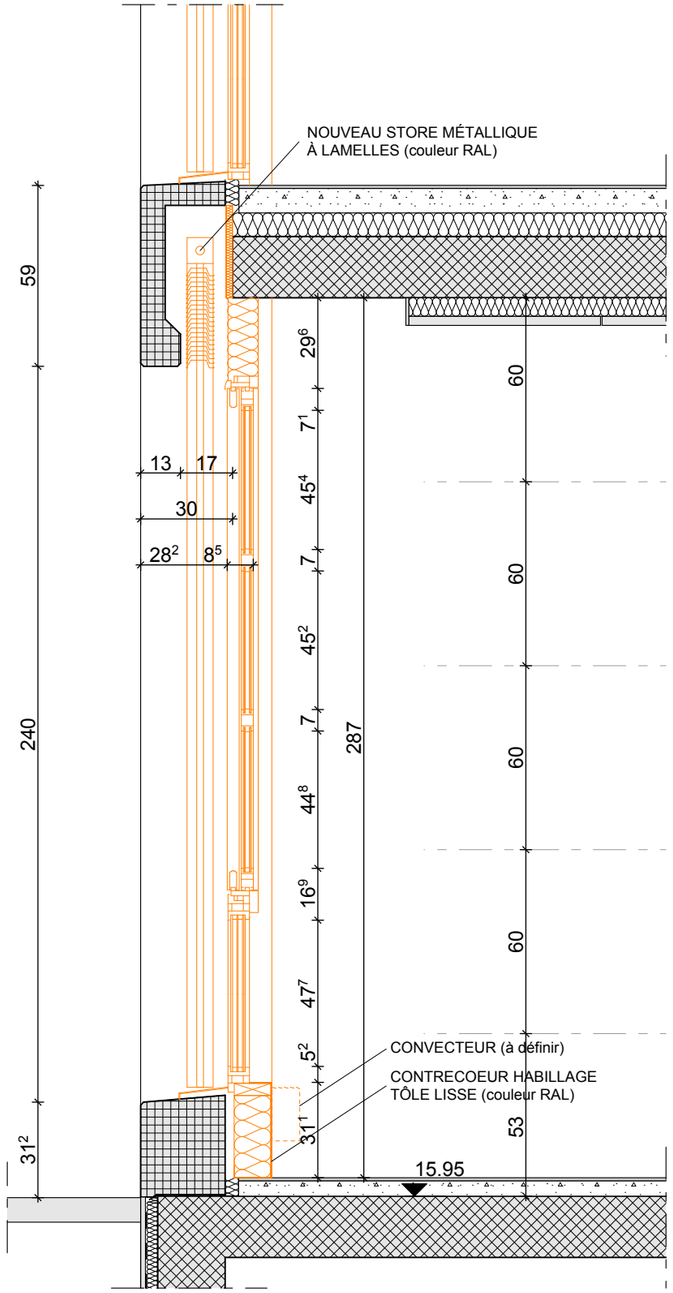
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 152.0
Format : A3

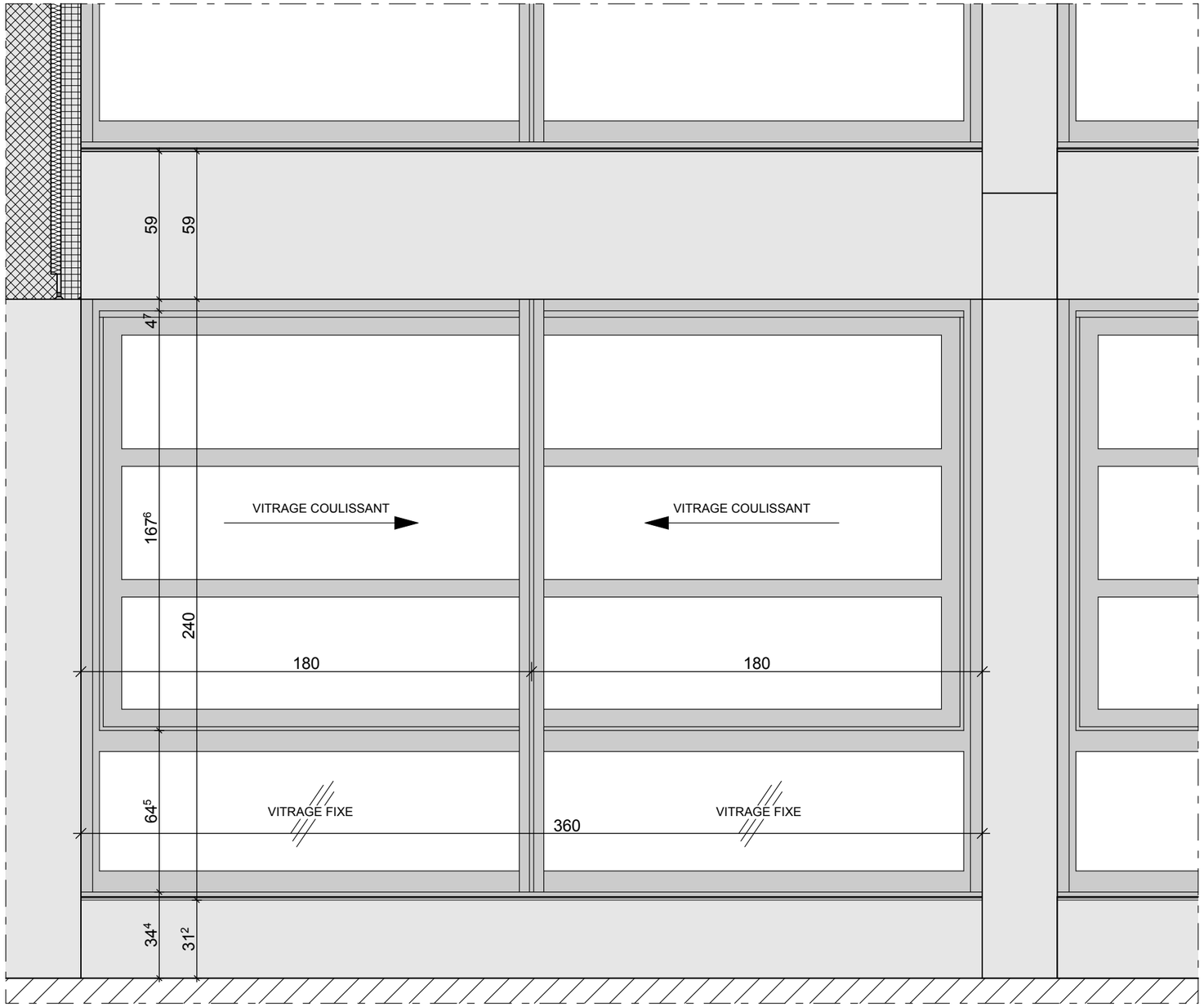
Phase : AVANT PROJET
Titre : OUVERTURE CAGE ESCALIER (3)

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 - Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

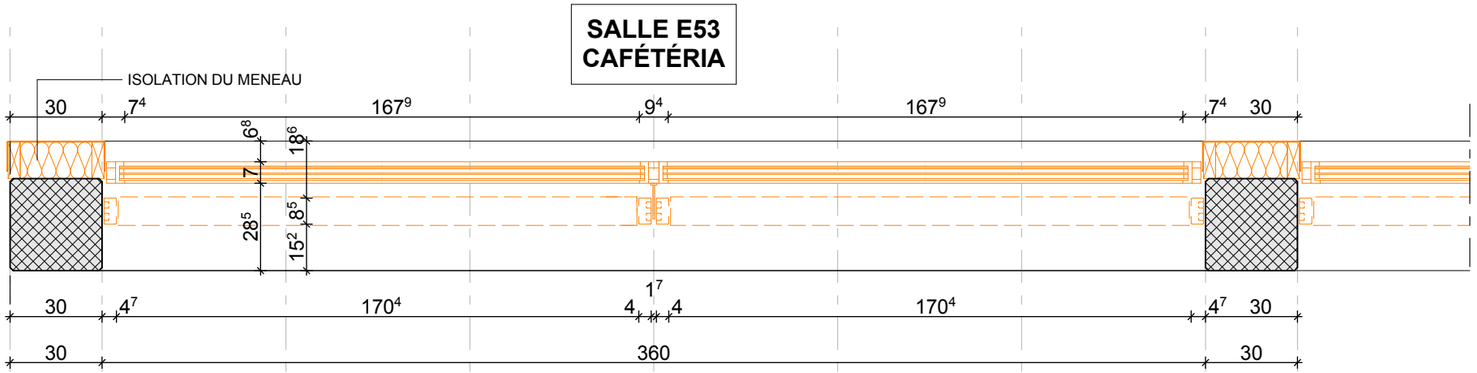


COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE

SALLE E53
CAFÉTÉRIA



COUPE HORIZONTALE

MODULE 4

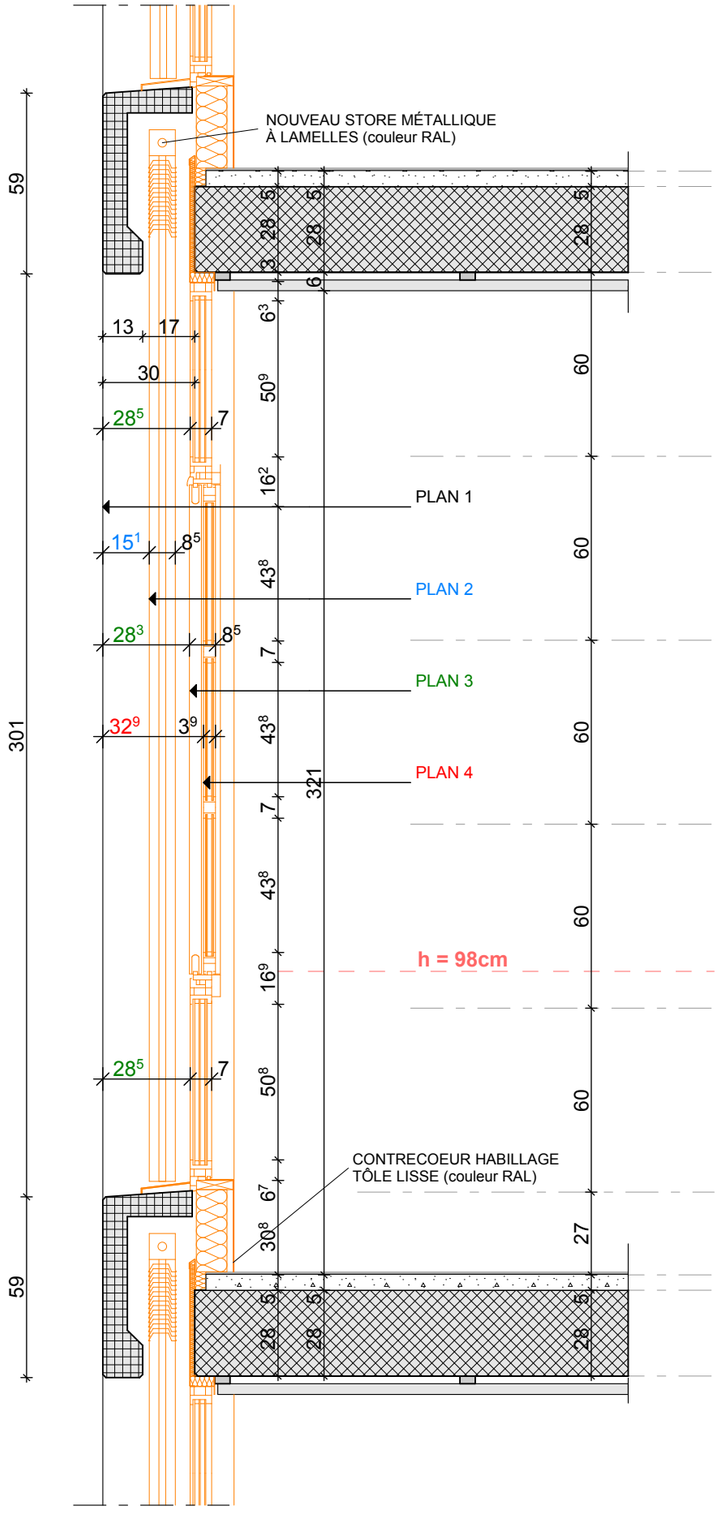
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 153.0
Format : A3

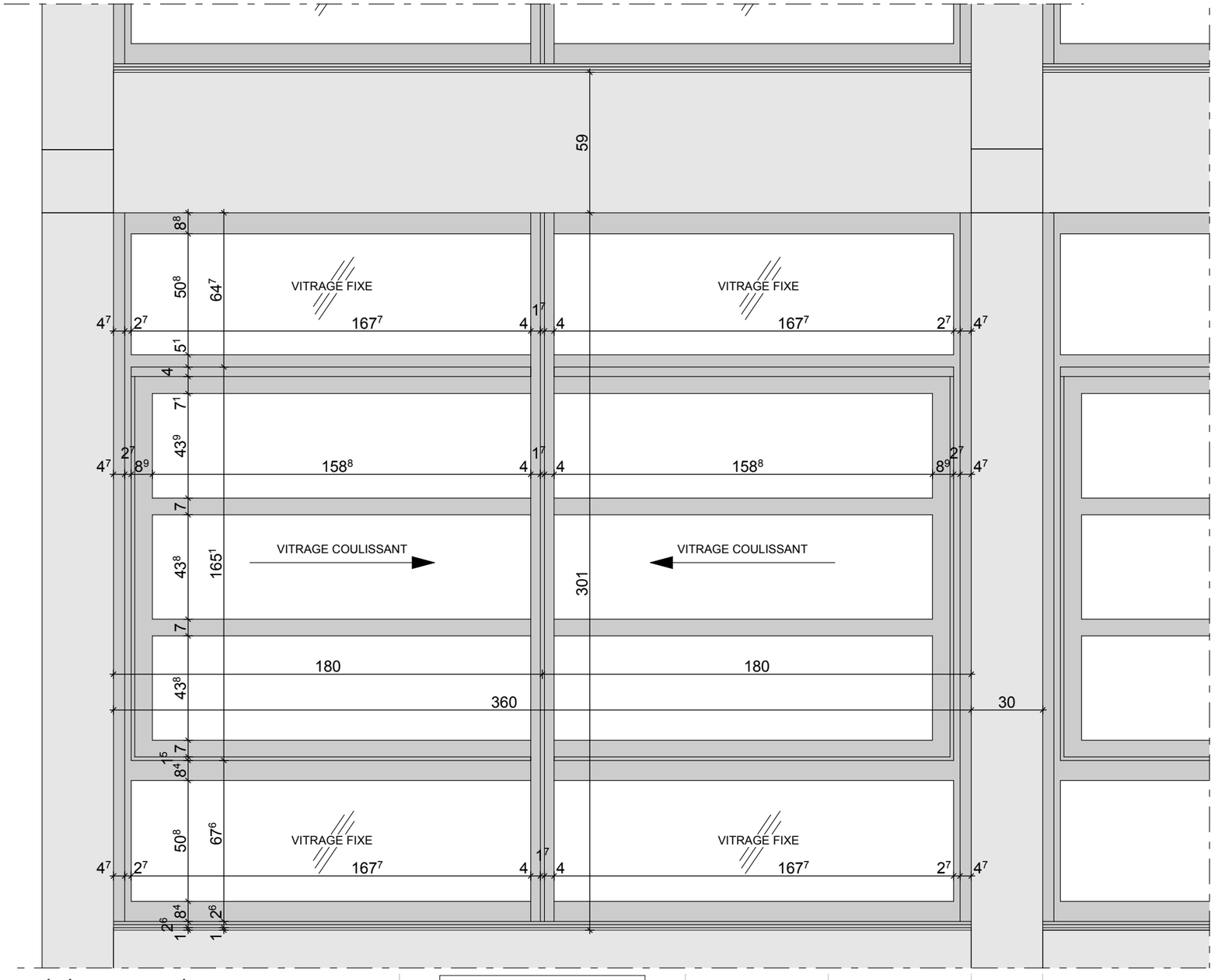
Phase : AVANT PROJET
Titre : OUVERTURE CAFÉTÉRIA (4)

Date : 28.11.12
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél. 024 424 14 14 Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

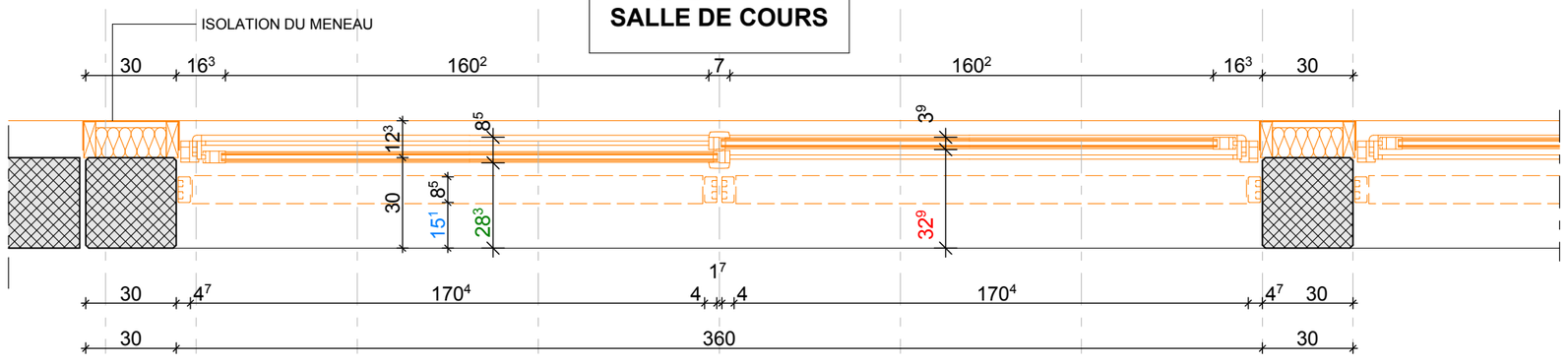


COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE

SALLE J 02
SALLE DE COURS



COUPE HORIZONTALE

MODULE 5 BASE

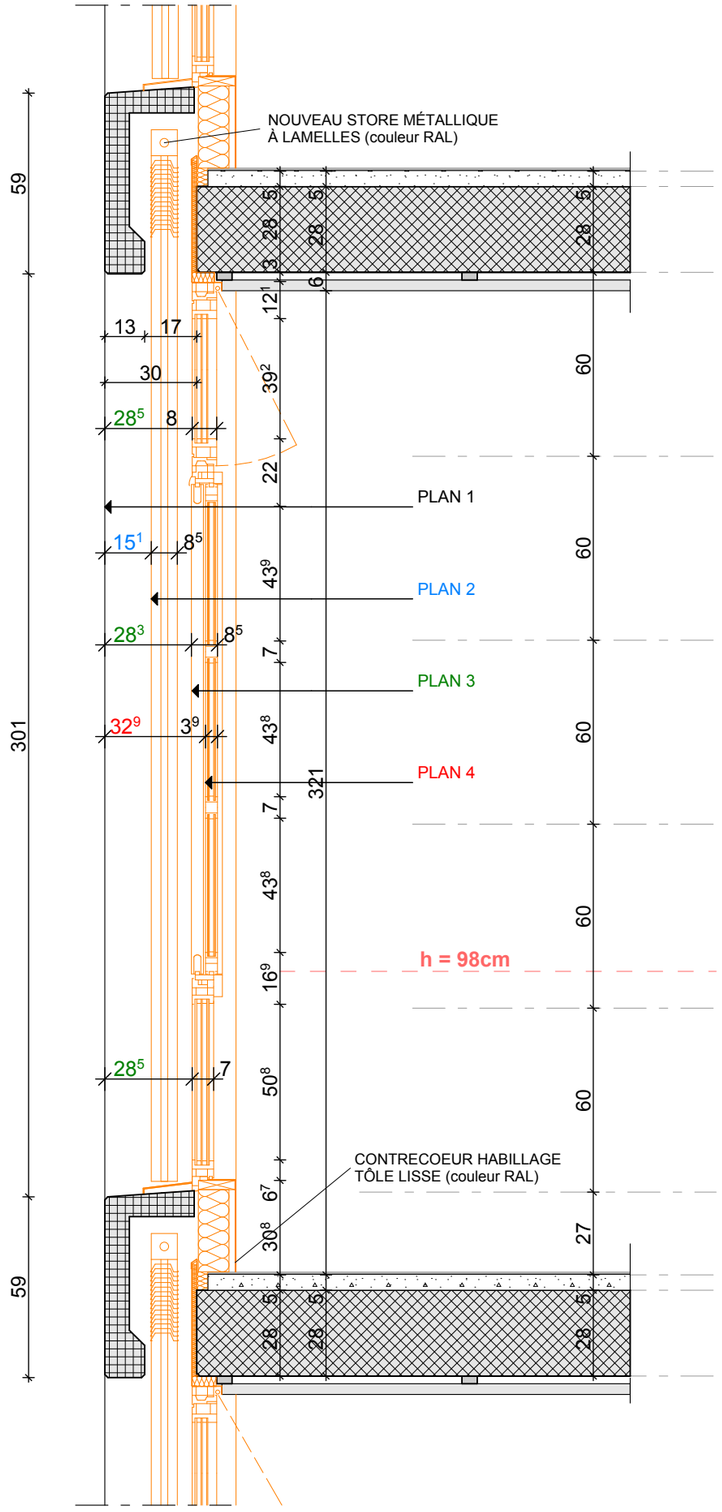
HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 154.1
Format : A3

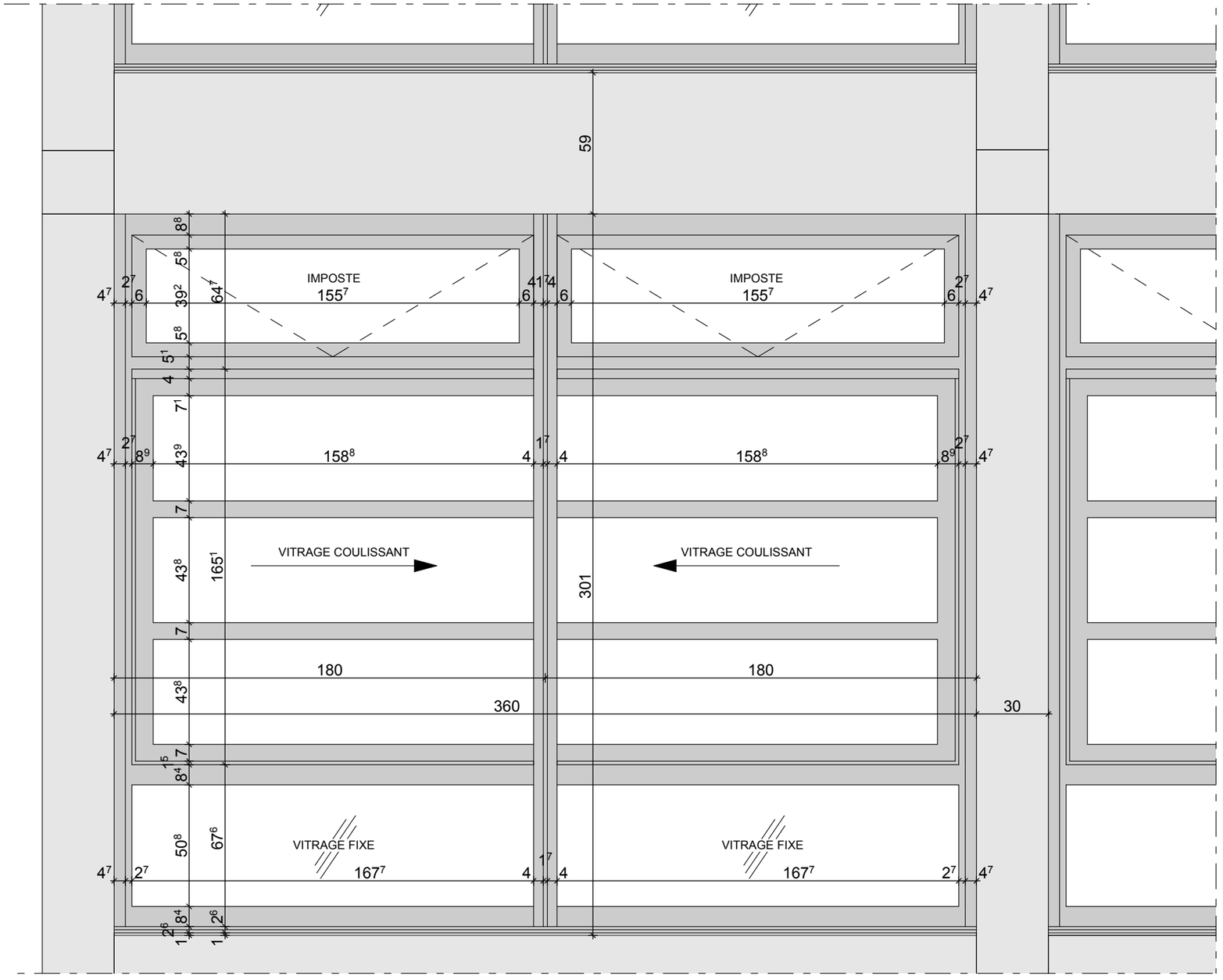
Phase : AVANT PROJET
Titre : SALLE DE COURS avec COULISSANT (5)

Date : 09.01.13
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
tél. 024 424 14 14 Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

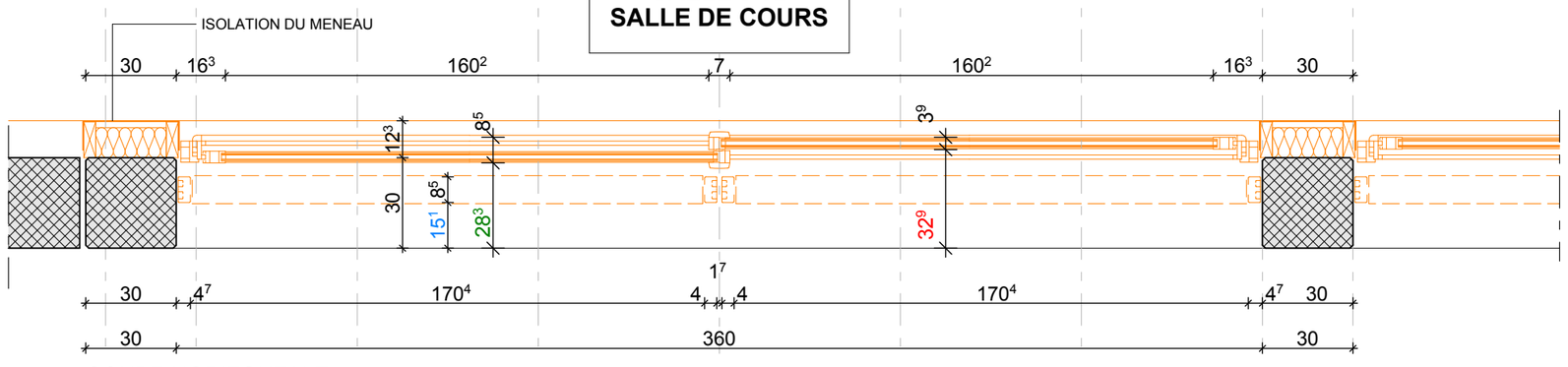


COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE

SALLE J 02
SALLE DE COURS



COUPE HORIZONTALE

MODULE 5 VARIANTE

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

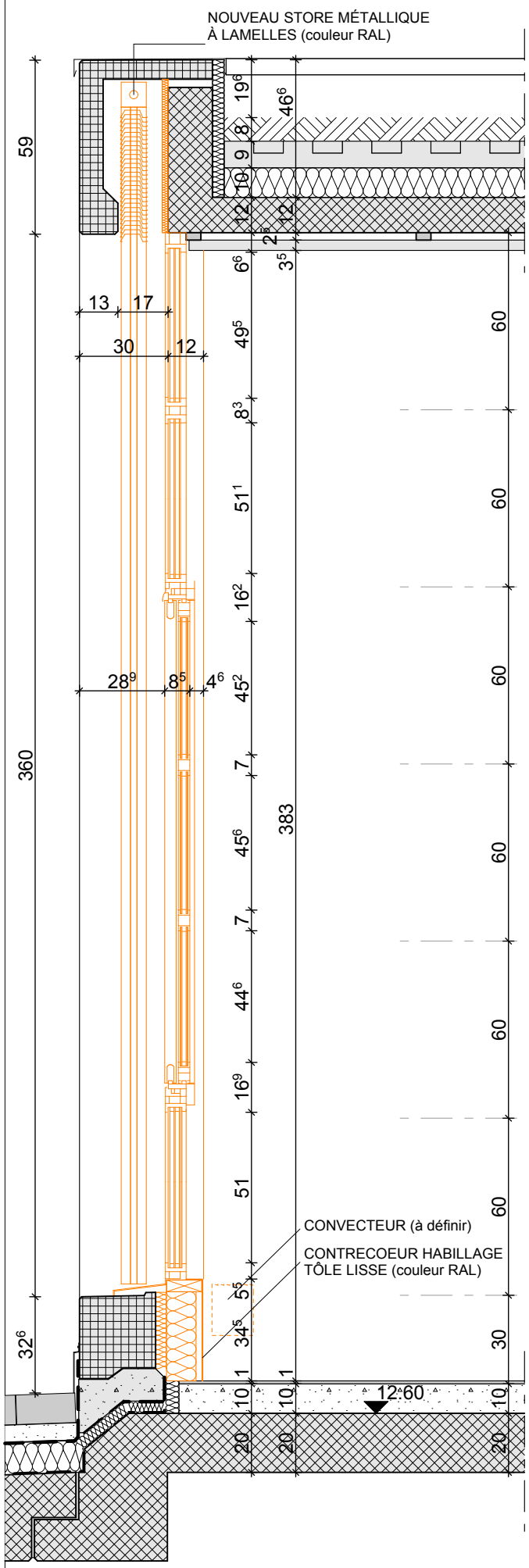
Affaire No : 333
Extrait Plan No : A 154.2
Format : A3

Phase : AVANT PROJET
Titre : SALLE DE COURS COULISSANT / IMPOSTE SUP. (5)

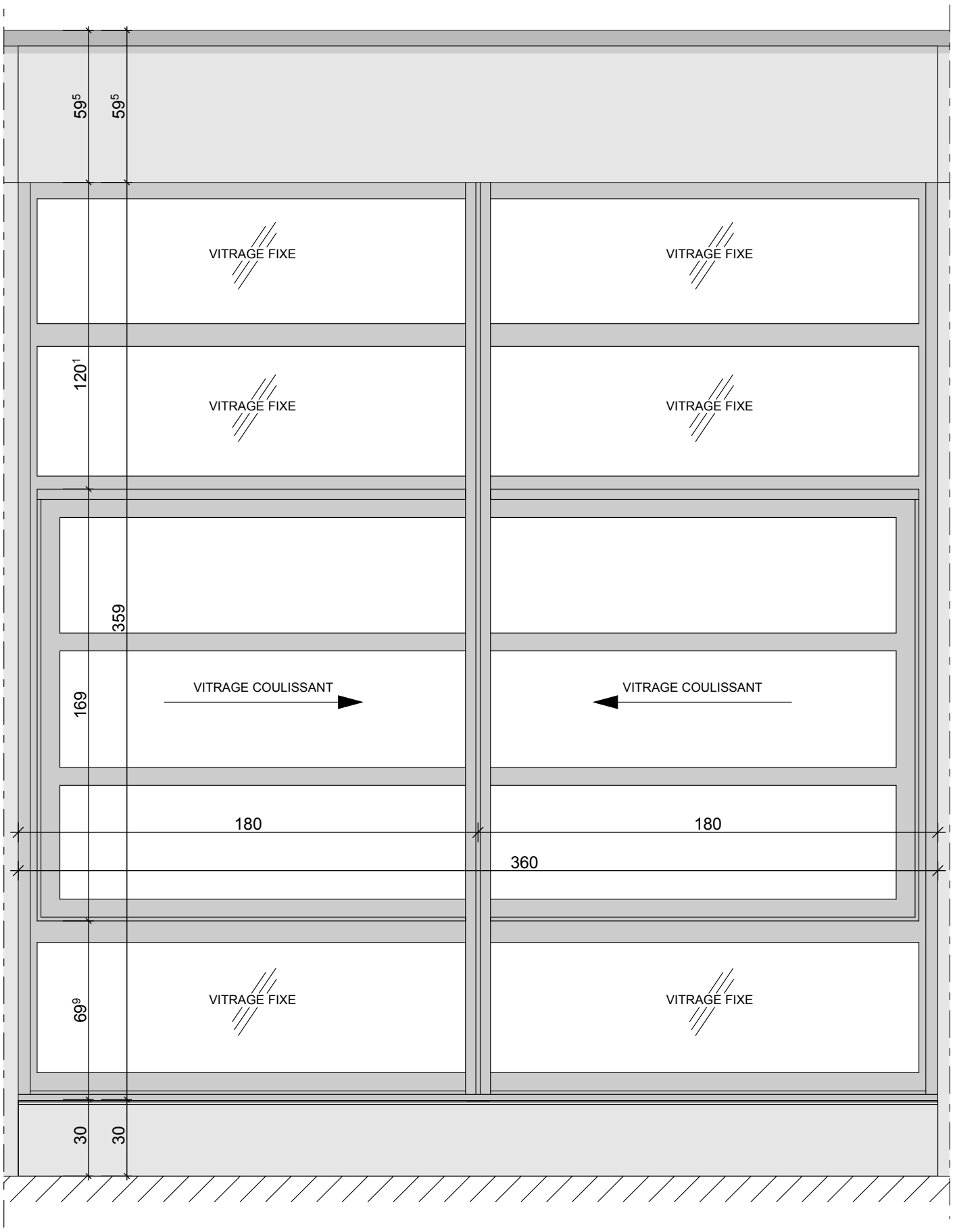
Date : 09.01.13
Echelle : 1:20
Dessiné : ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
tél. 024 424 14 14 Fax. 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

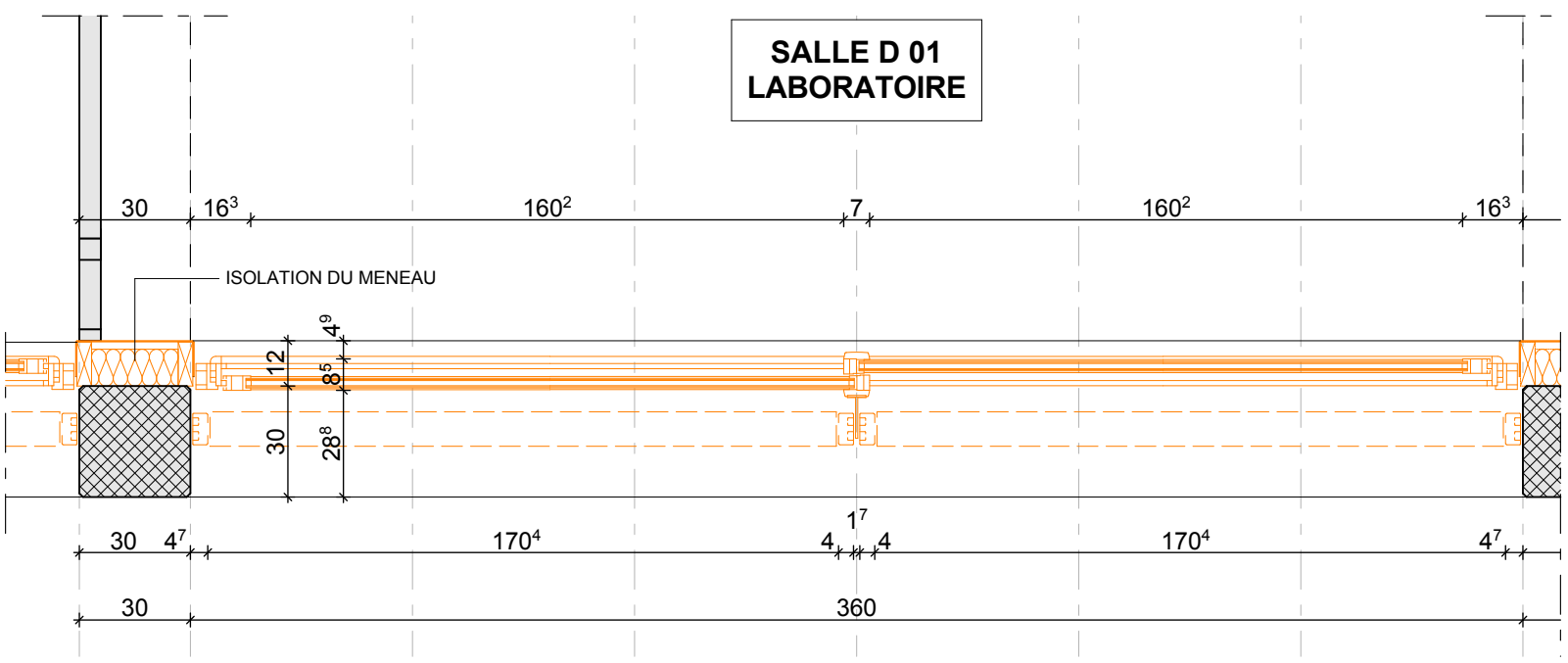
HEIG-VD ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS	Affaire No : **333** Extrait Plan No : **A 155.0** Format : A3	Phase : **AVANT PROJET** Titre : **OUVERTURE LABORATOIRE (6)**	Date : 28.11.2012 Echelle : 1:20 Dessiné : ND / MS	**dolci architectes** Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8 CH - 1400 Yverdon-les-Bains Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15 info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch



COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE

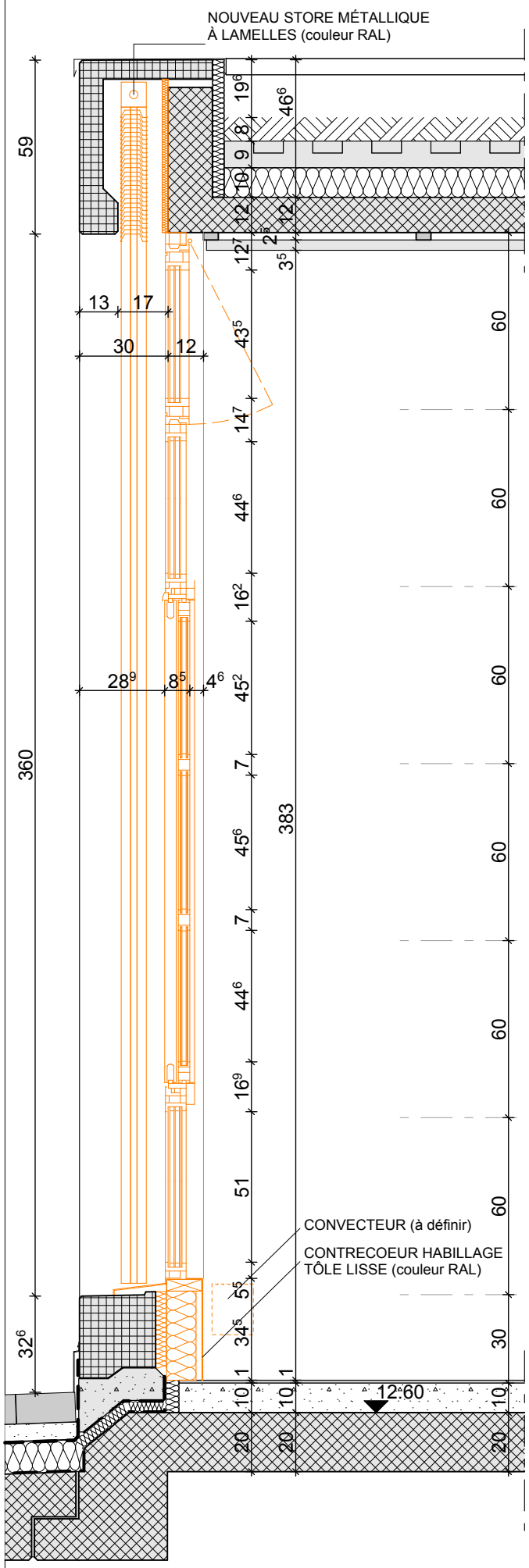


COUPE HORIZONTALE

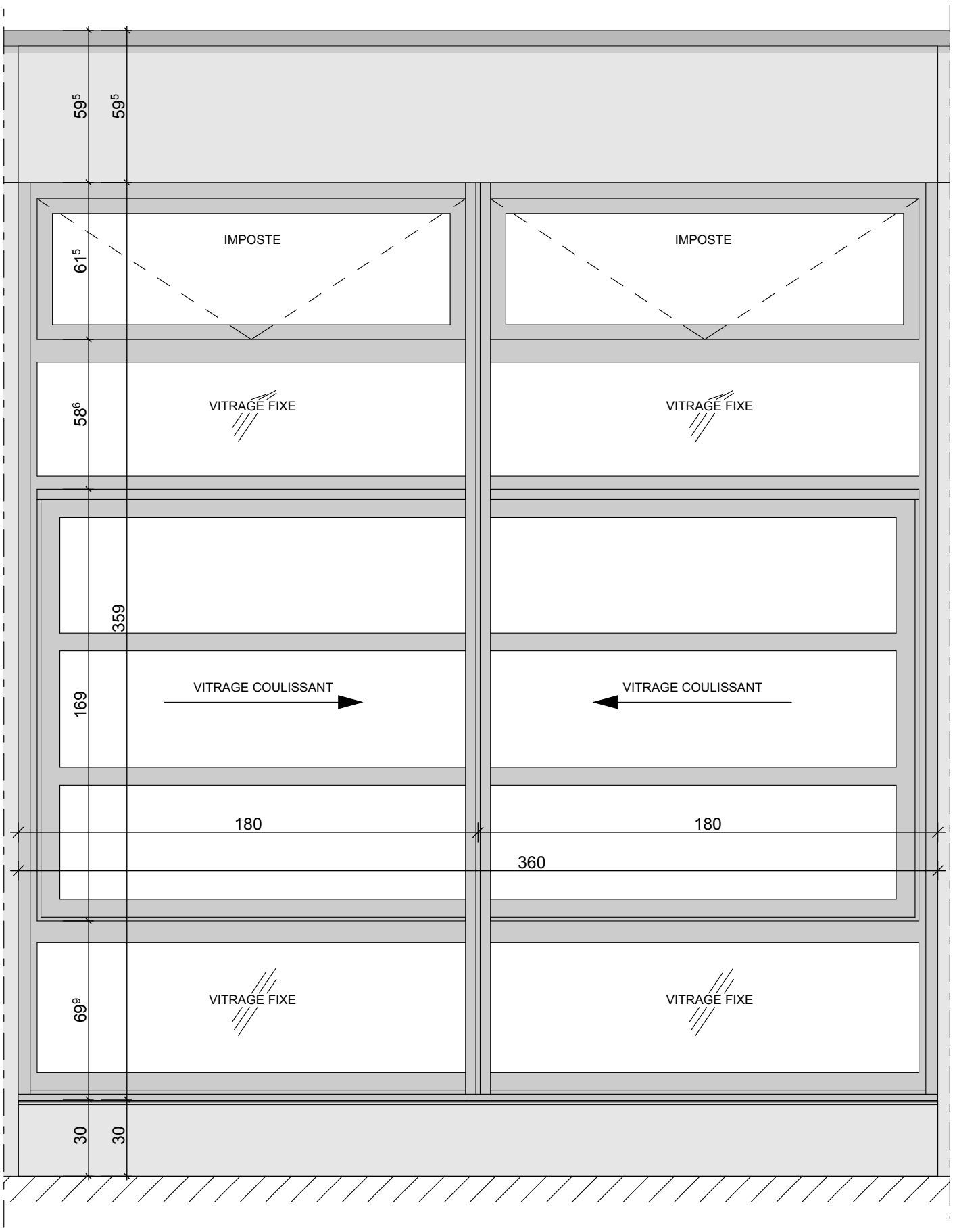
BASE

MODULE 6

HEIG-VD ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS	Affaire No : **333** Extrait Plan No : **A 155.1** Format : A3	Phase : **AVANT PROJET** Titre : **LABORATOIRE avec IMPOSTE SUP. (6)**	Date : 28.11.2012 Echelle : 1:20 Dessiné : ND / MS	**dolci architectes** Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8 CH - 1400 Yverdon-les-Bains Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15 info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch	

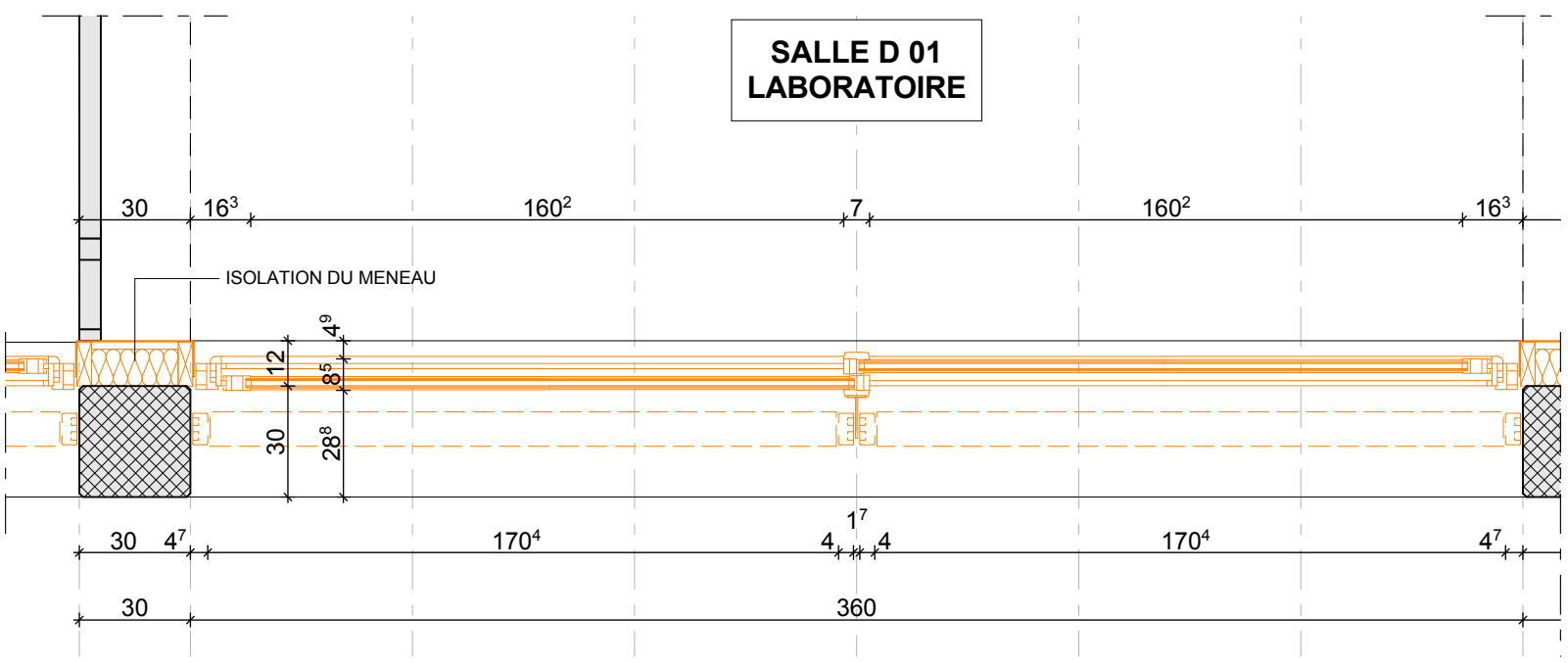


COUPE VERTICALE



ÉLÉVATION EXTÉRIEURE

SALLE D 01
LABORATOIRE



COUPE HORIZONTALE

VARIANTE

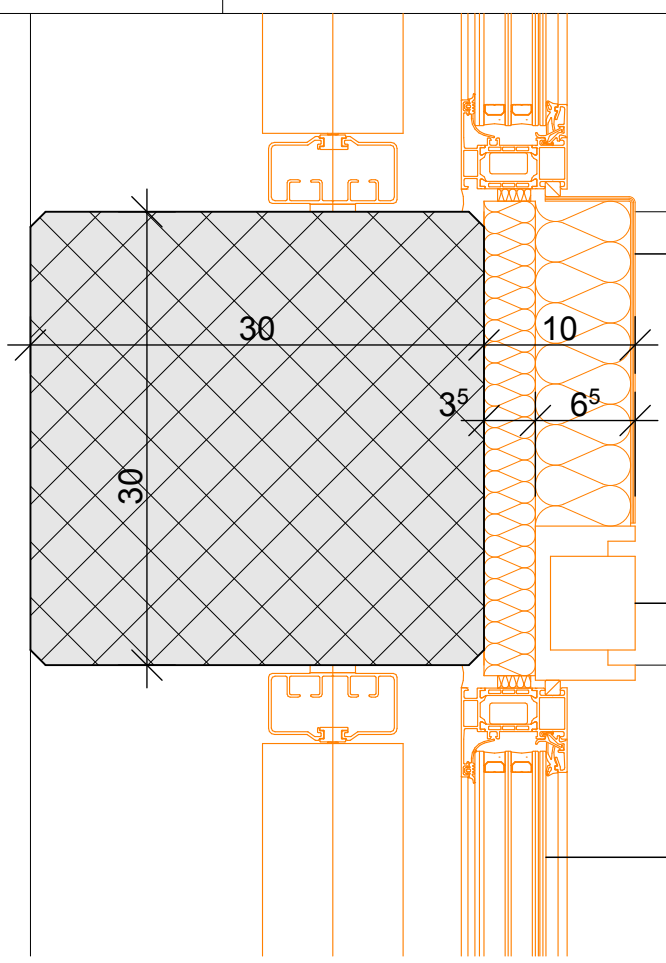
MODULE 6

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No :	333
Extrait Plan No :	A 160
Format :	A3
Phase :	PROJET
Titre :	PIED DE FAÇADE LABORATOIRE
Date :	28.11.2012
Echelle :	1:5
Dessiné :	ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

LABORATOIRE

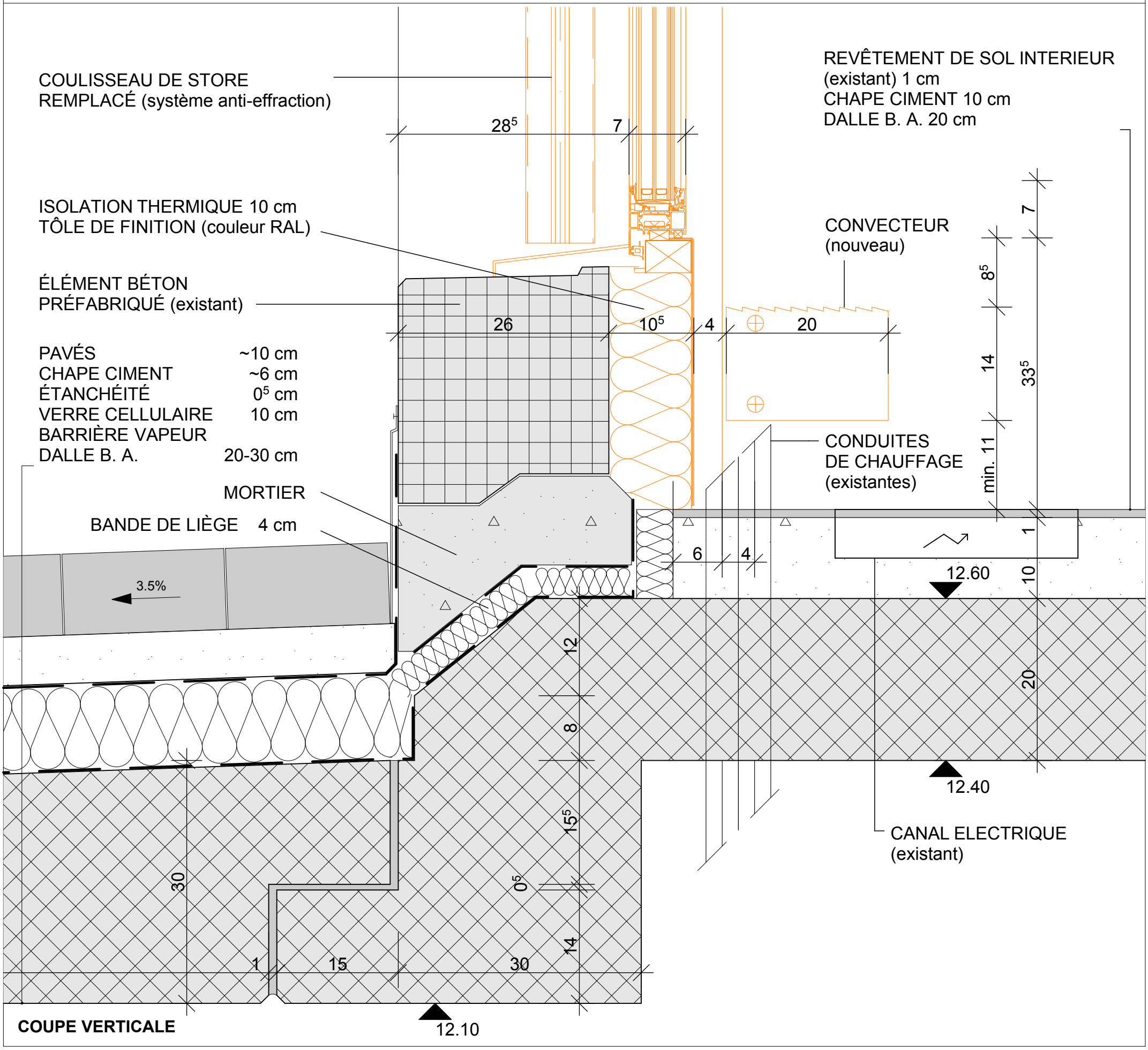


HABILLAGE TÔLE (couleur RAL)
SOUS-CONSTRUCTION (à définir)
ISOLATION THERMIQUE 10 cm

CANAL ELECTRIQUE (couleur RAL)

FENÊTRE DOUBLE/TRIPLE-VITRAGE
CADRE MÉTALLIQUE ALUMINIUM,
ISOLANT (couleur RAL)

COUPE HORIZONTALE



COUPE VERTICALE

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

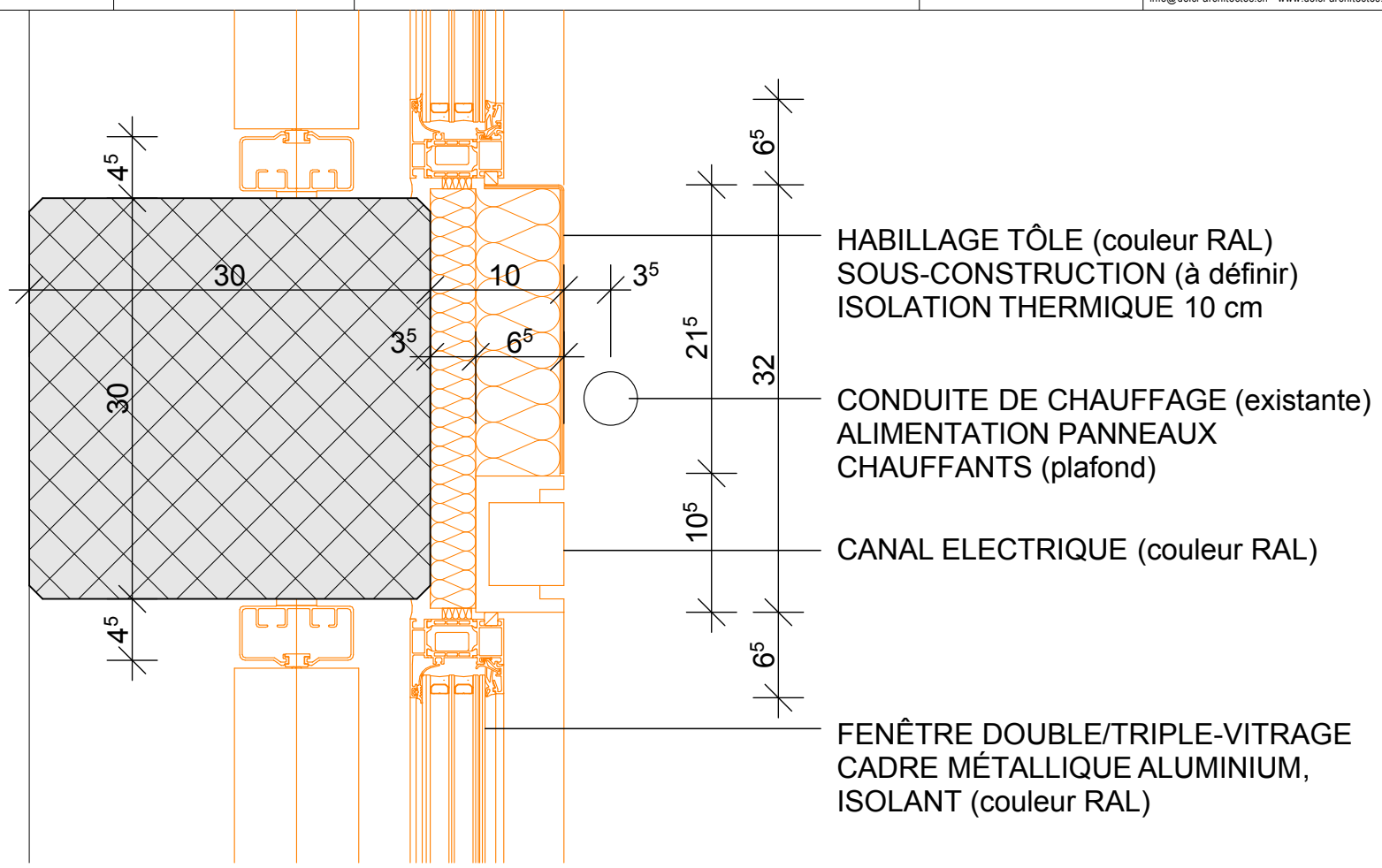
Affaire No :	333
Extrait Plan No :	A 161
Format :	A3

Phase : **PROJET**
Titre : **TÊTE DE DALLE SALLE DE COURS**

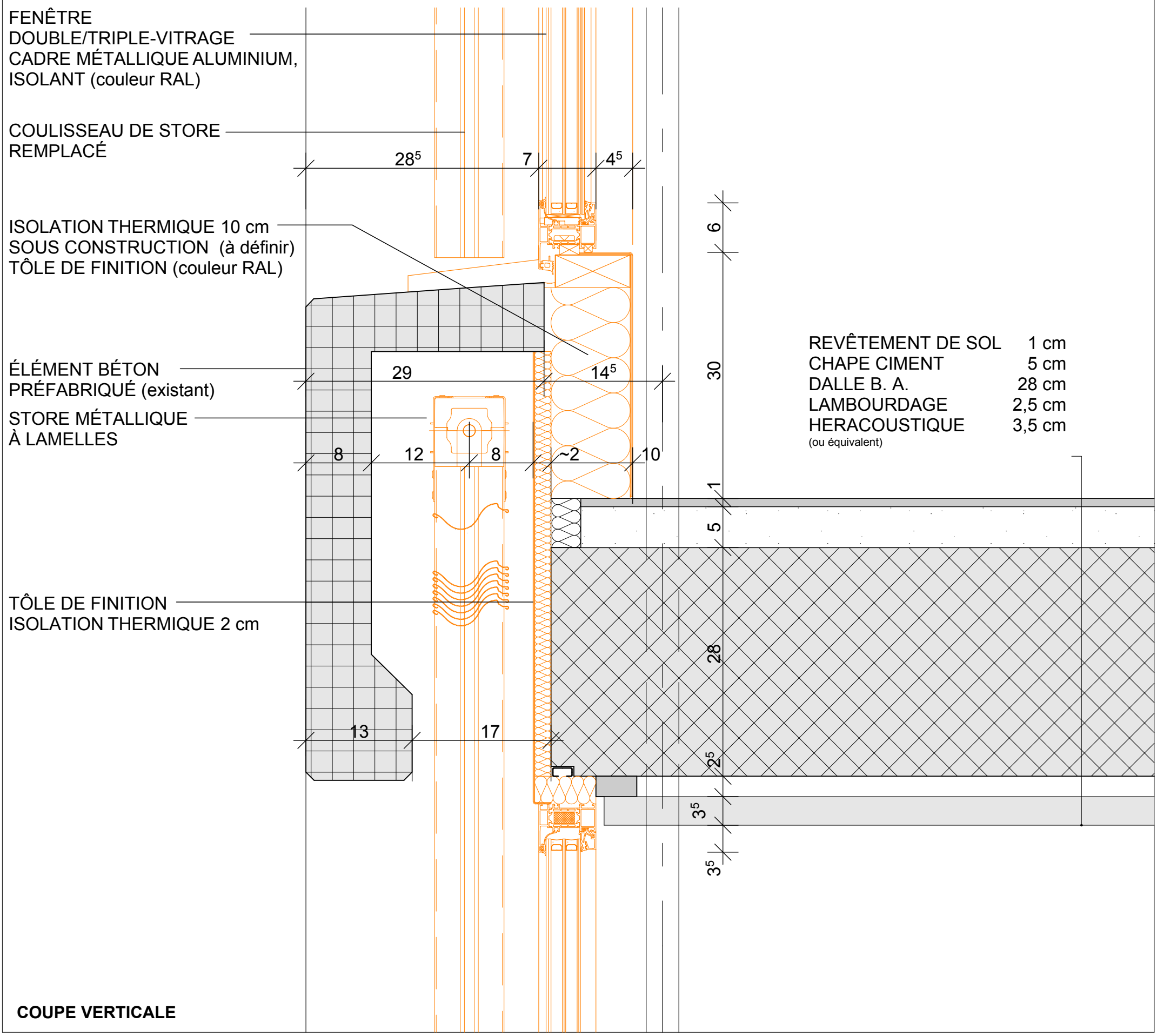
Date :	28.11.2012
Echelle :	1:5
Dessiné :	ND / MS

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

SALLE DE COURS



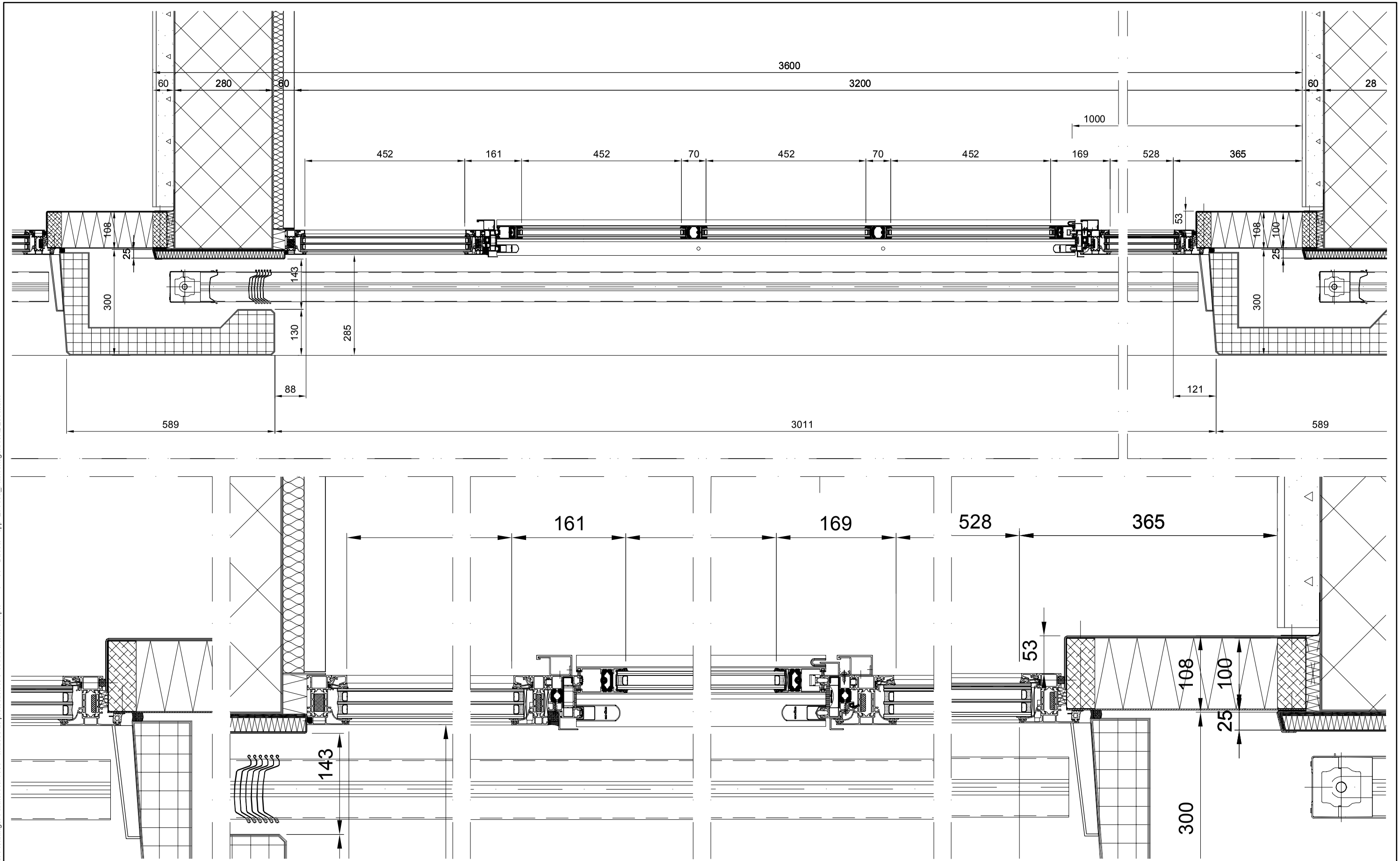
COUPE HORIZONTALE



COUPE VERTICALE

5.3 Détails façadier – Avant-projet

© Emmer Pfenninger Partner AG 1988 - clauses de protection ISO 16016 à tenir compte Format: DIN A3 epp_EPPAG_Planvorlagen\ACAD2000i.dwt



Coupes sur isolation thermique ou phonique

Plaques: à fournir par le maître d'oeuvre

Plaques: à fournir par le façadier

Calfeutrage et pièce de formatage: à fournir par le façadier

Revision:
A 30.11.2012

Système SCHÜCO
AWS 70.HI / ASS SC 39 (sur mesure)

Emmer Pfenninger Partner AG

Centre d'ingénieurs en physique du bâtiment, constructions métalliques, techniques de fenêtres et de façades

Weidenstrasse 13
CH - 4142 Münchenstein
Téléphone +41 (0)61 416 96 96
Télécopie +41 (0)61 416 96 97
info@eppag.ch - www.eppag.ch

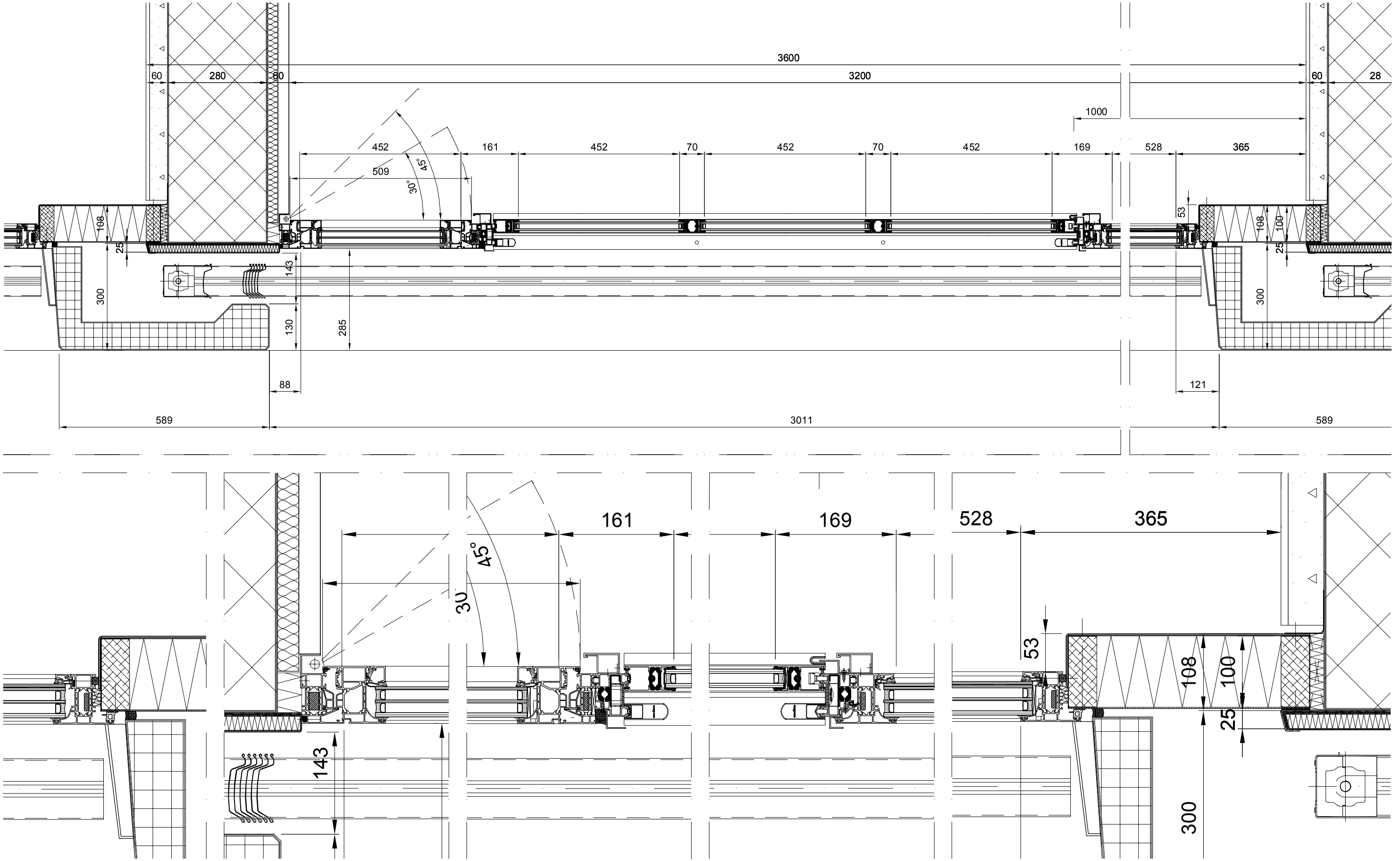
Projet
HEIG Yverdon

Architecte
Dolciarchitectes
CH - 1400 Yverdon les Bains

Désignation
Plan de principe (plan de directives)
Coupe verticale Fenêtre coulissante
Salle de Classe

Echelle	Date	Affaire n°.	Nom
1:10/1:5	30.08.2012	4121	mf

Plan n°.
C 020



© Emmer Pfenninger Partner AG 1988 - clauses de protection ISO 16016 à tenir compte Format: DIN A3 epp_EPPAG_Planvorlagen ACAD2000i.dwt

Coupes sur isolation thermique ou phonique

Plaques: à fournir par le maître d'oeuvre

Plaques: à fournir par le façadier

Calfeutrage et pièce de formatage: à fournir par le façadier

Revision:
A 30.11.2012

Système SCHÜCO
AWS 70.HI / ASS SC 39 (sur mesure)

Emmer Pfenninger Partner AG

Centre d'ingénieurs en physique du bâtiment, constructions métalliques, techniques de fenêtres et de façades

Weidenstrasse 13
CH - 4142 Münchenstein
Téléphone +41 (0)61 416 96 96
Télécopie +41 (0)61 416 96 97
info@eppag.ch - www.eppag.ch

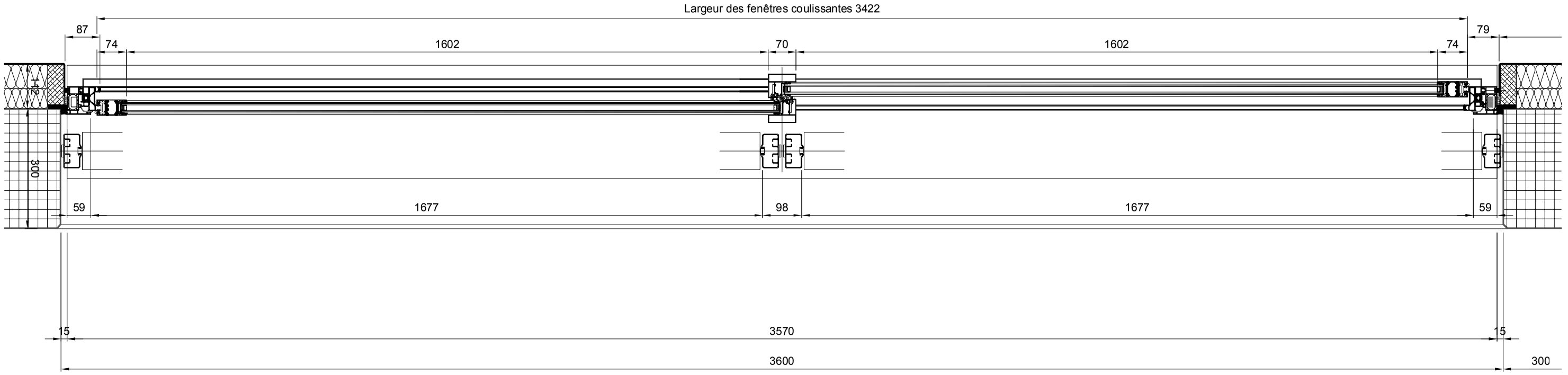
Projet
HEIG Yverdon

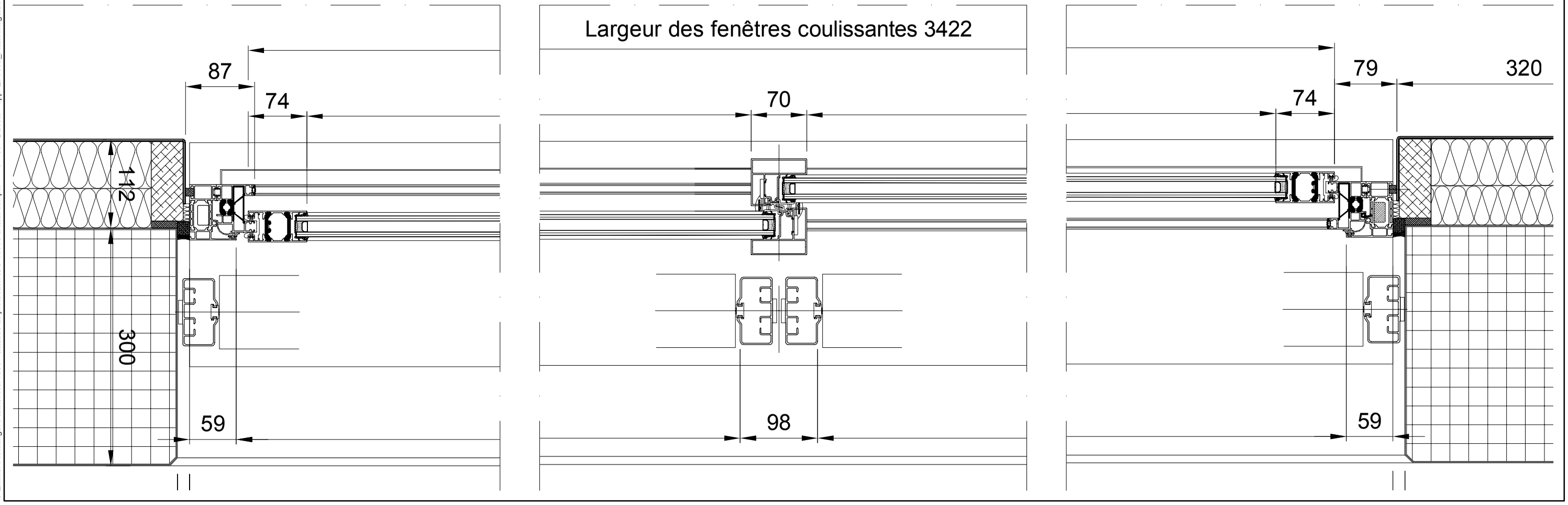
Architecte
Dolciarchitectes
CH - 1400 Yverdon les Bains

Désignation
Plan de principe (plan de directives)
Coupe verticale Fenêtre coulissante avec imposte
Salle de Classe

Echelle	Date	Affaire n°.	Nom
1:10/1:5	30.08.2012	4121	mf

Plan n°.
C 020 i





© Emmer Pfenninger Partner AG 1988 - clauses de protection ISO 16016 à tenir compte Format: DIN A3 epp EPPAG_PlanvorlagenACAD2000.dwt

Coupes sur isolation thermique ou phonique

Plaques: à fournir par le maître d'oeuvre

Plaques: à fournir par le façadier

Calfeutrage et pièce de formatage: à fournir par le façadier

Revision:
A 30.11.2012

Système SCHÜCO
AWS 70.HI / ASS SC 39 (sur mesure)

Emmer Pfenninger Partner AG

Centre d'ingénieurs en physique du bâtiment, constructions métalliques, techniques de fenêtres et de façades

Weidenstrasse 13
CH - 4142 Münchenstein
Téléphone +41 (0)61 416 96 96
Télécopie +41 (0)61 416 96 97
info@eppag.ch - www.eppag.ch

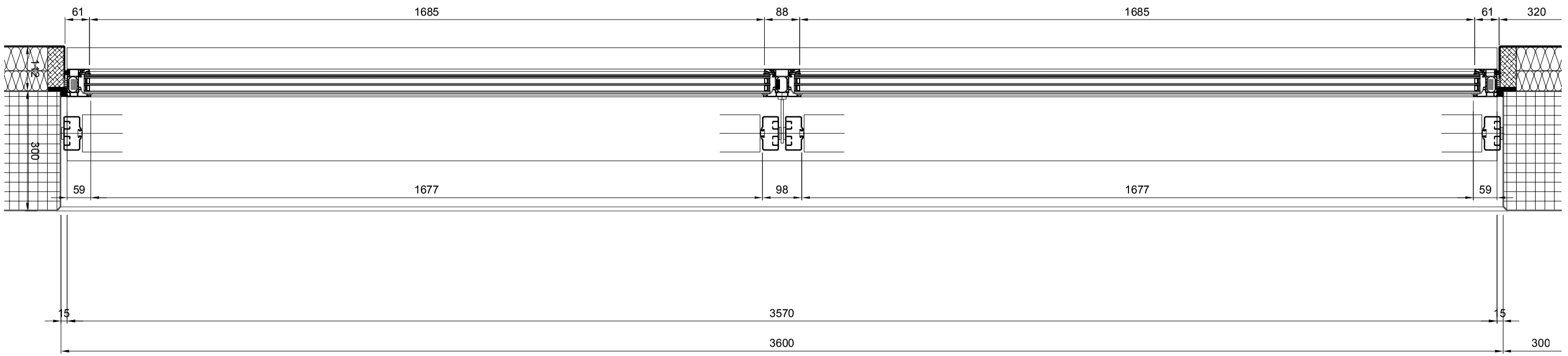
Projet
HEIG Yverdon

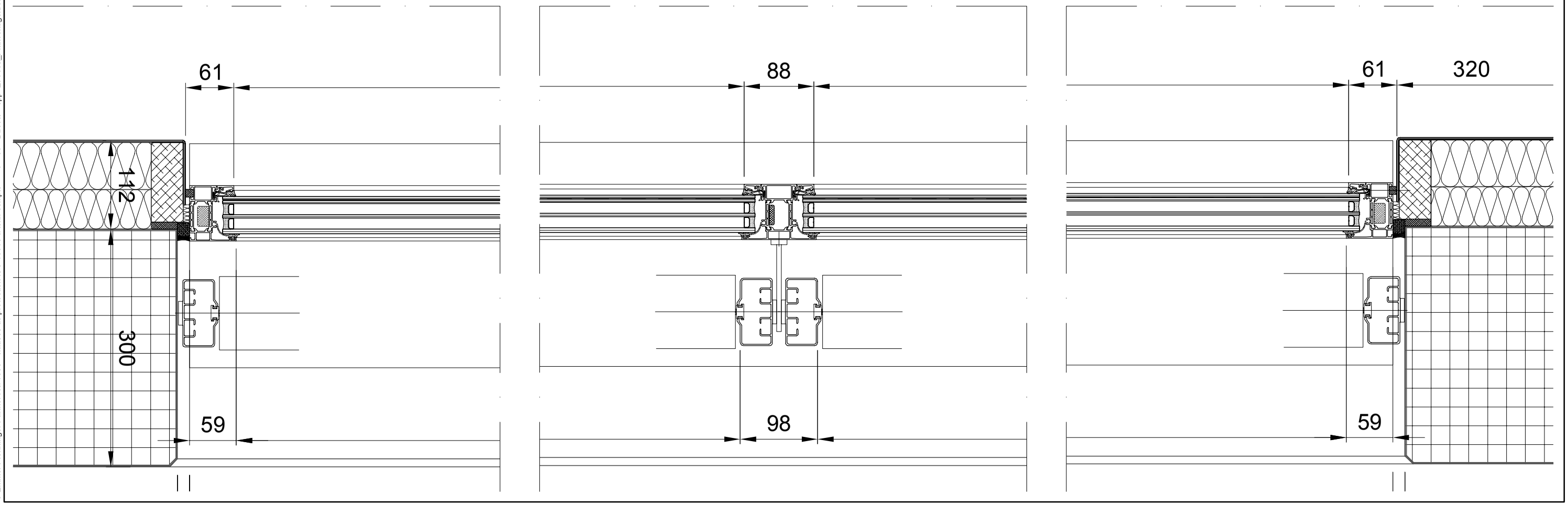
Architecte
Dolciarchitectes
CH - 1400 Yverdon les Bains

Désignation
Plan de principe (plan de directives)
Coupe horizontale Fenêtre coulissante
Salle de Classe

Echelle	Date	Affaire n°.	Nom
1:10/1:5	30.08.2012	4121	mf

Plan n°.
C 021





© Emmer Pfenninger Partner AG 1988 - clauses de protection ISO 16016 à tenir compte Format: DIN A3 epp_EPPAG_PlanvorlagenACAD2000i.dwt

Coupes sur isolation thermique ou phonique

Plaques: à fournir par le maître d'oeuvre

Plaques: à fournir par le façadier

Calfeutrage et pièce de formatage: à fournir par le façadier

Revision:
A 30.11.2012

Système SCHÜCO
AWS 70.HI / ASS SC 39 (sur mesure)

Emmer Pfenninger Partner AG

Centre d'ingénieurs en physique du bâtiment, constructions métalliques, techniques de fenêtres et de façades

Weidenstrasse 13
CH - 4142 Münchenstein
Téléphone +41 (0)61 416 96 96
Télécopie +41 (0)61 416 96 97
info@eppag.ch - www.eppag.ch

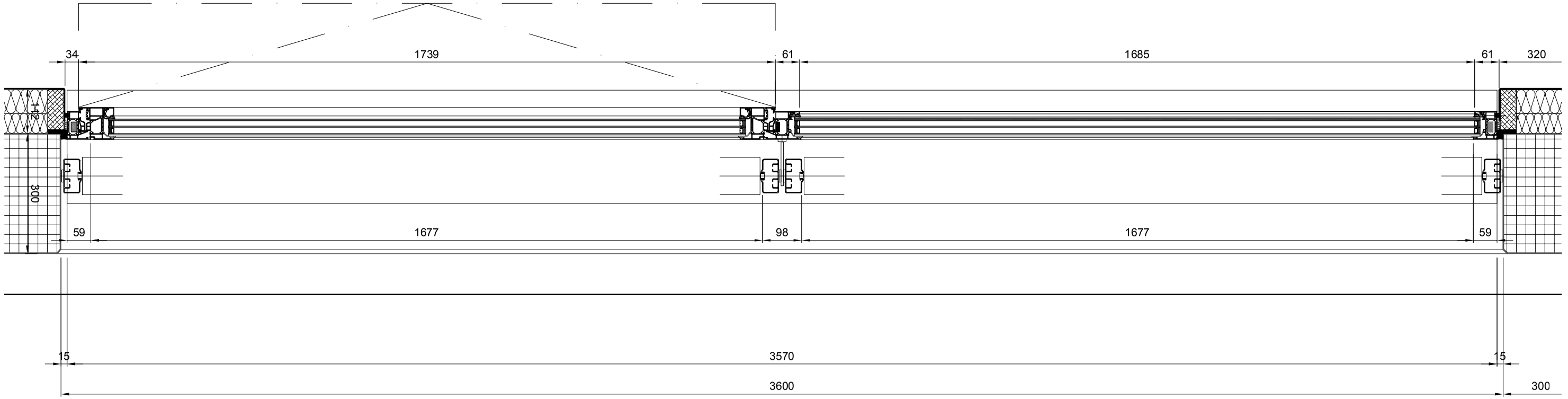
Projet
HEIG Yverdon

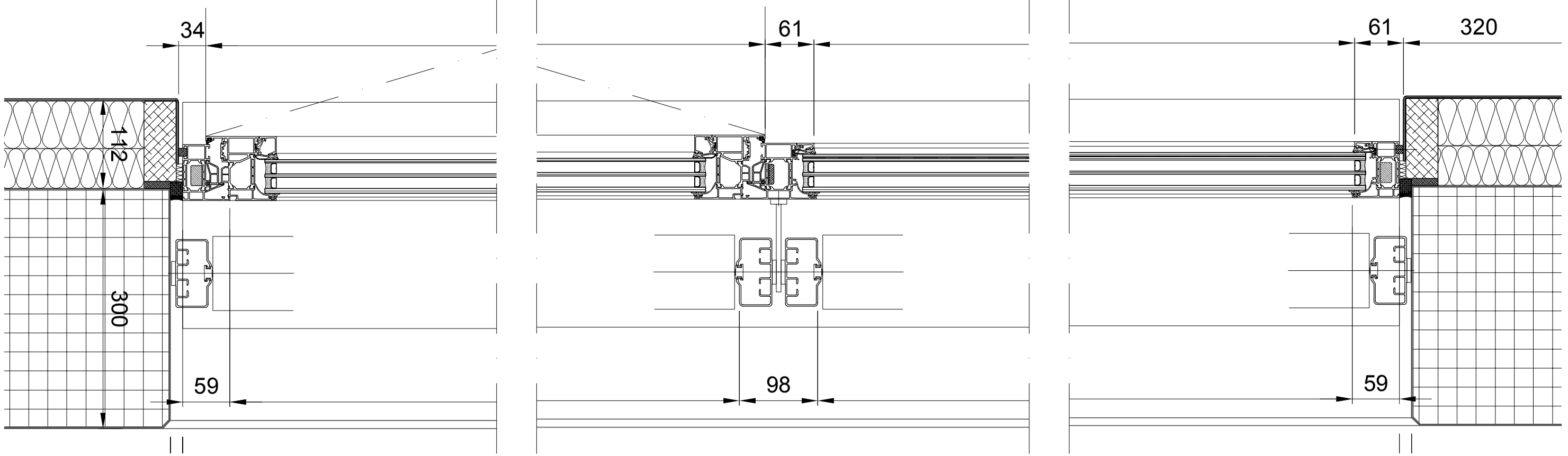
Architecte
Dolciarchitectes
CH - 1400 Yverdon les Bains

Désignation
Plan de principe (plan de directives)
Coupe horizontale Vitrage fixe
Salle de Classe

Echelle	Date	Affaire n°.	Nom
1:10/1:5	30.08.2012	4121	mf

Plan n°.
C 022





© Emmer Pfenninger Partner AG 1988 - clauses de protection ISO 16016 à tenir compte Format: DIN A3 epp_EPPAG_PlanvorlagenACAD2000i.dwt

Coupes sur isolation thermique ou phonique
Plaques: à fournir par le maître d'oeuvre

Plaques: à fournir par le façadier

Calfeutrage et pièce de formatage: à fournir par le façadier

Revision:
A 30.11.2012

Système SCHÜCO
AWS 70.HI / ASS SC 39 (sur mesure)

Emmer Pfenninger Partner AG

Centre d'ingénieurs en physique du bâtiment, constructions métalliques, techniques de fenêtres et de façades

Weidenstrasse 13
CH - 4142 Münchenstein
Téléphone +41 (0)61 416 96 96
Télécopie +41 (0)61 416 96 97
info@eppag.ch - www.eppag.ch

Projet
HEIG Yverdon

Architecte
Dolciarchitectes
CH - 1400 Yverdon les Bains

Désignation
Plan de principe (plan de directives)
Coupe horizontale Imposte
Salle de Classe

Echelle	Date	Affaire n°.	Nom
1:10/1:5	30.08.2012	4121	mf

Plan n°.
C 023

5.4 Schéma architecte – Type ouvrants

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

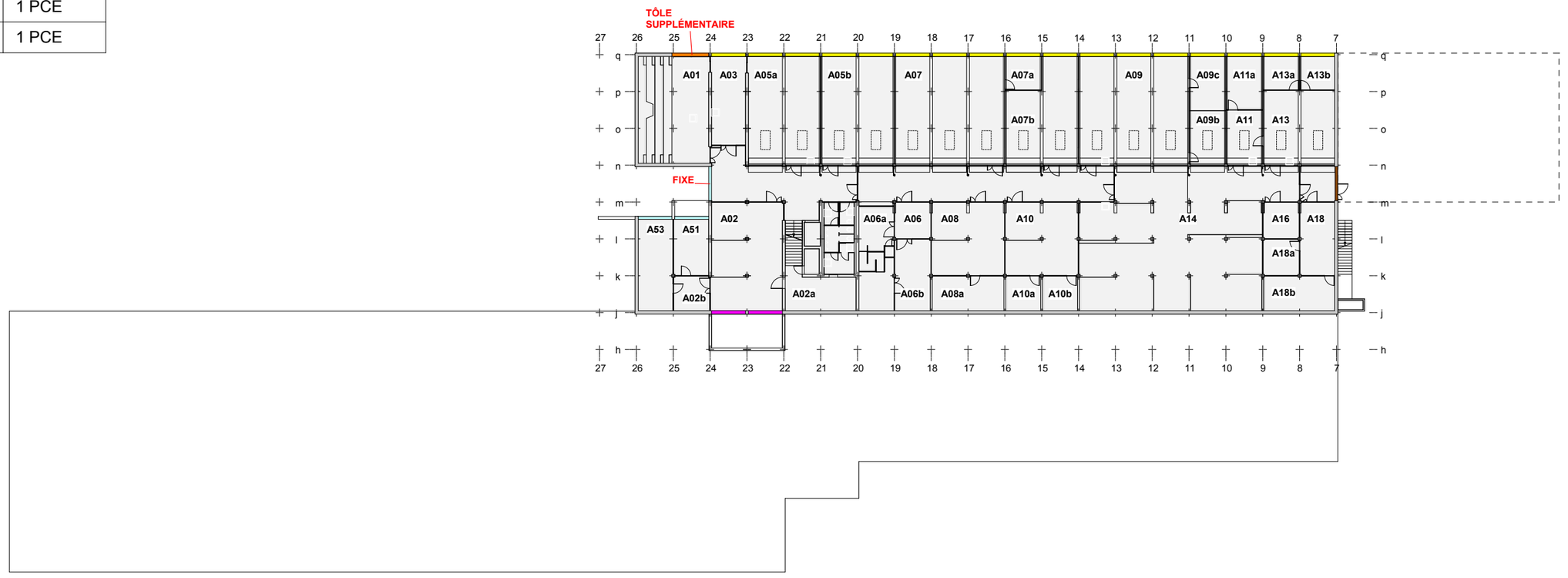
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.1**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU A - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	17 PCES
MODULE 5 :	
MODULE 4 :	3 PCES
MODULE 3 :	
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	
PORTES :	1 PCE
SPÉCIAL :	1 PCE



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

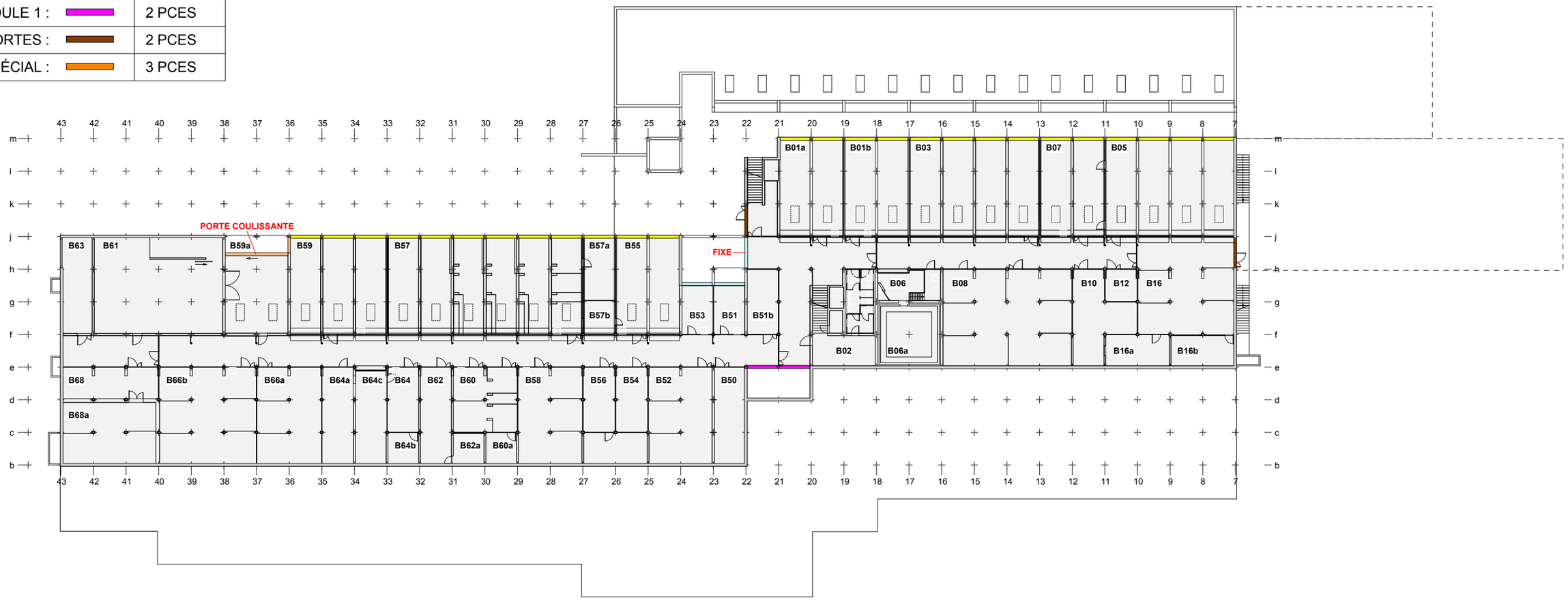
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.2**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU B - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	26 PCES
MODULE 5 :	
MODULE 4 :	3 PCES
MODULE 3 :	
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	2 PCES
PORTES :	2 PCES
SPÉCIAL :	3 PCES



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

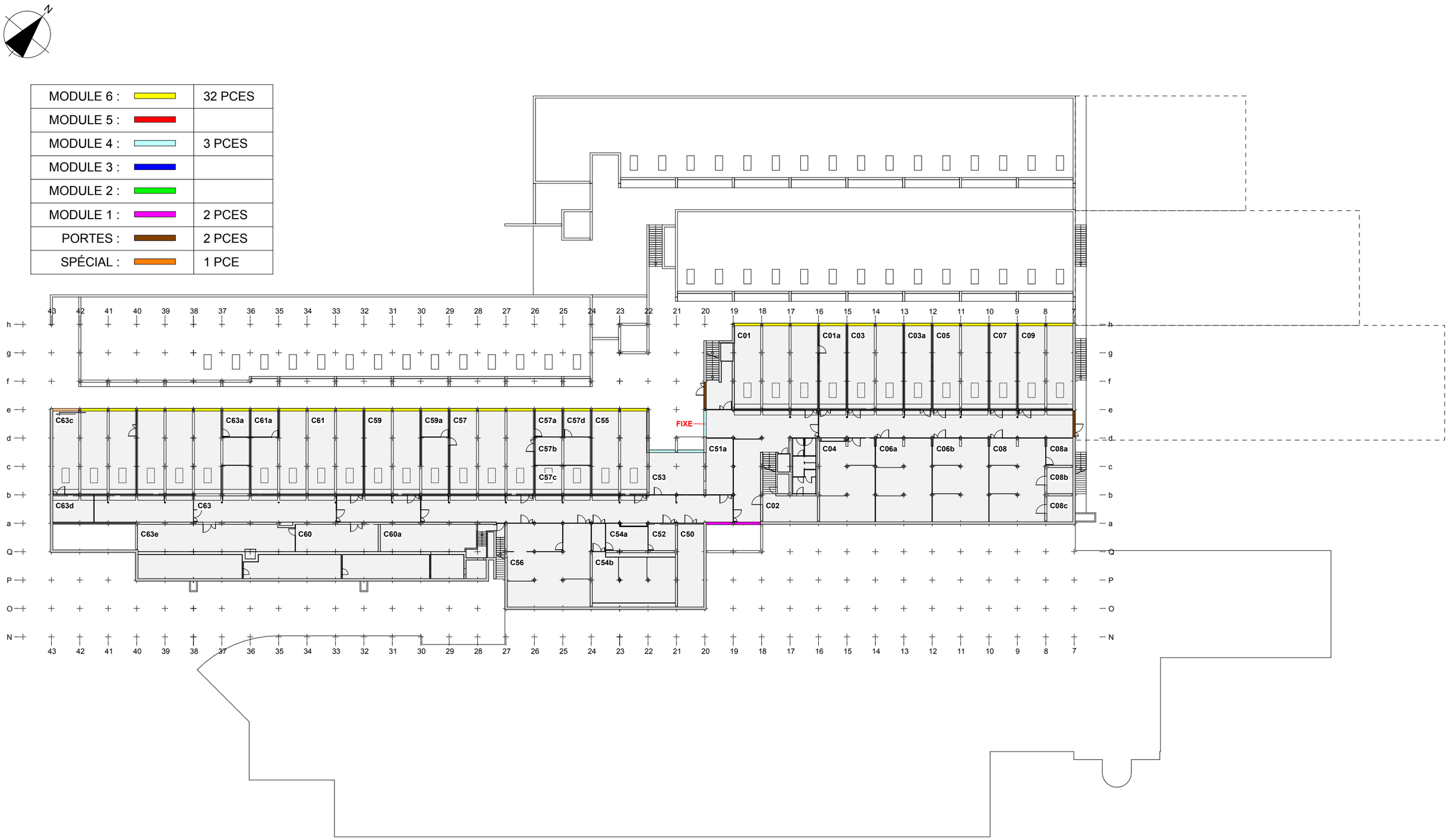
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.3**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU C - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	32 PCES
MODULE 5 :	
MODULE 4 :	3 PCES
MODULE 3 :	
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	2 PCES
PORTES :	2 PCES
SPÉCIAL :	1 PCE



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

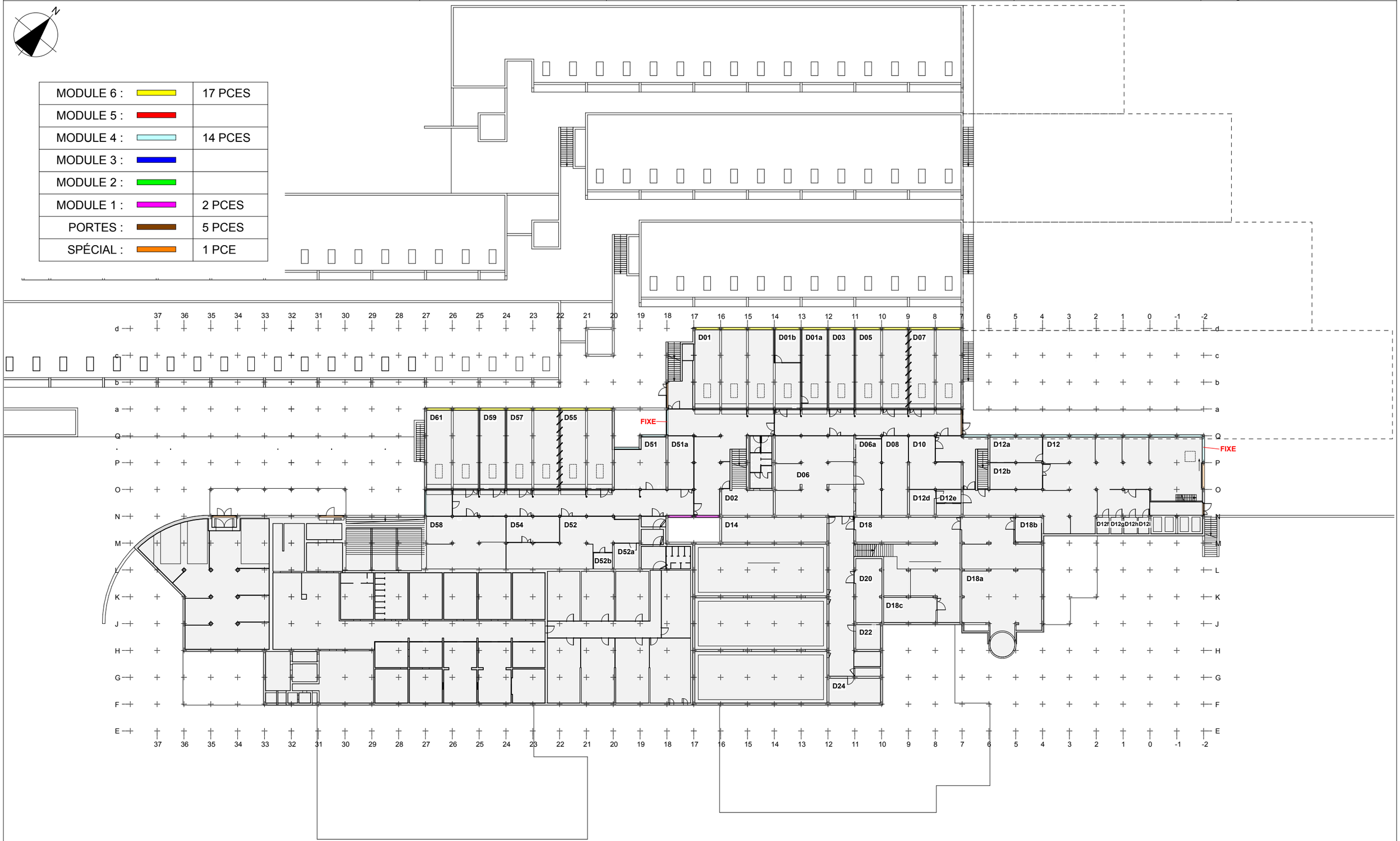
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.4**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU D - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	17 PCES
MODULE 5 :	
MODULE 4 :	14 PCES
MODULE 3 :	
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	2 PCES
PORTES :	5 PCES
SPÉCIAL :	1 PCE



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.5**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU E - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	
MODULE 5 :	
MODULE 4 :	45 PCES
MODULE 3 :	
MODULE 2 :	4 PCES
MODULE 1 :	
PORTES :	16 PCES
SPÉCIAL :	1 PCE

E01 E01a E01b E01c E01d E02 E02a E07 E05a E05b E05c
E03
E06a
E06
E06b
E06 b
FIXE
E52 E52d E52c E52b E52a
E53e E53 E53d E53a E53c E53b

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

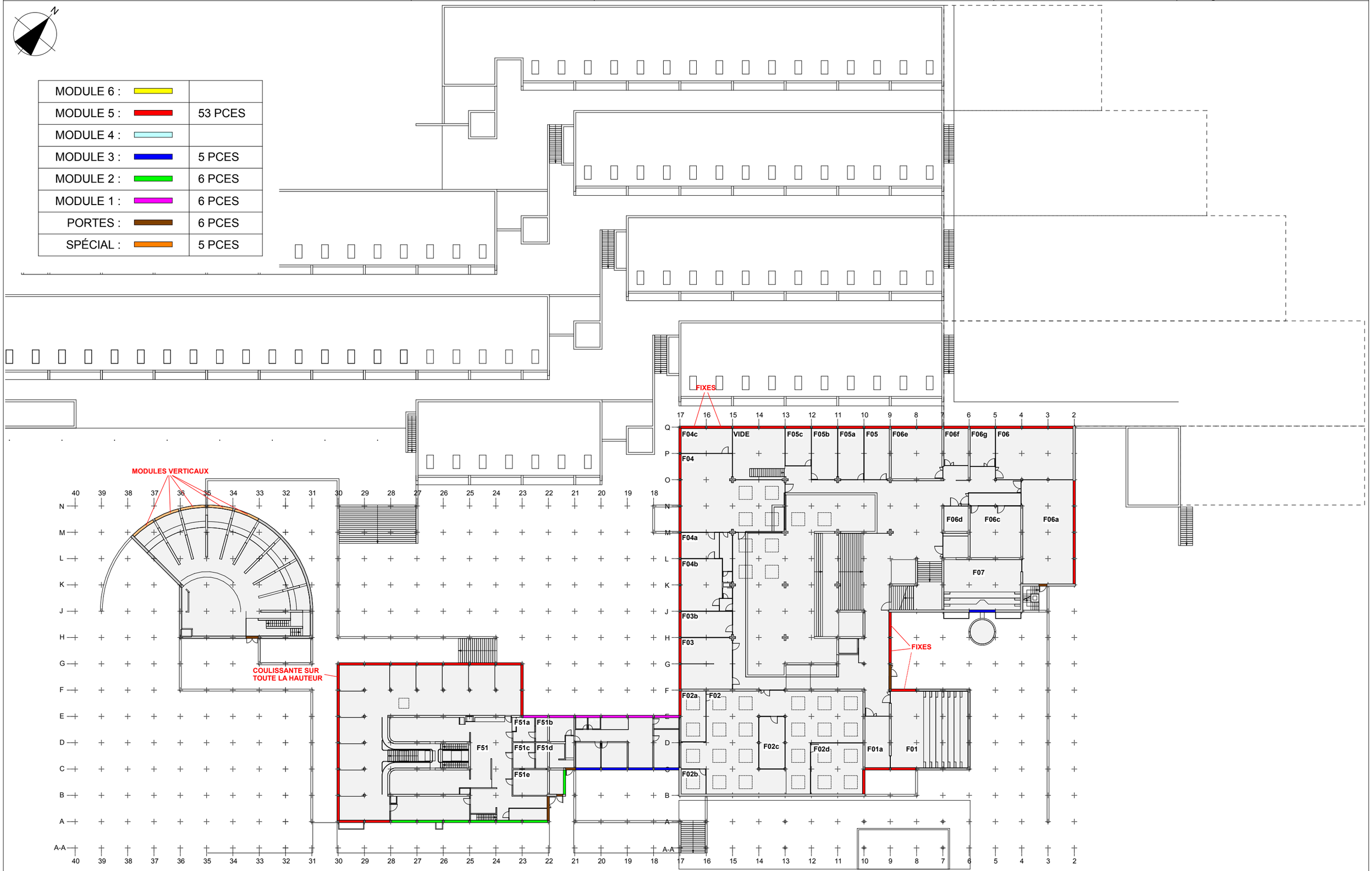
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.6**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU F - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	
MODULE 5 :	53 PCES
MODULE 4 :	
MODULE 3 :	5 PCES
MODULE 2 :	6 PCES
MODULE 1 :	6 PCES
PORTES :	6 PCES
SPÉCIAL :	5 PCES



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.7**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU G - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	
MODULE 5 :	29 PCES
MODULE 4 :	
MODULE 3 :	3 PCES
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	
PORTES :	1 PCE
SPÉCIAL :	

EMPLACEMENT PROTOTYPE

G01 G02 G03 G04 G05 G05a G06a G06b G06c G06d G06e G06g G06h G07 G08

HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

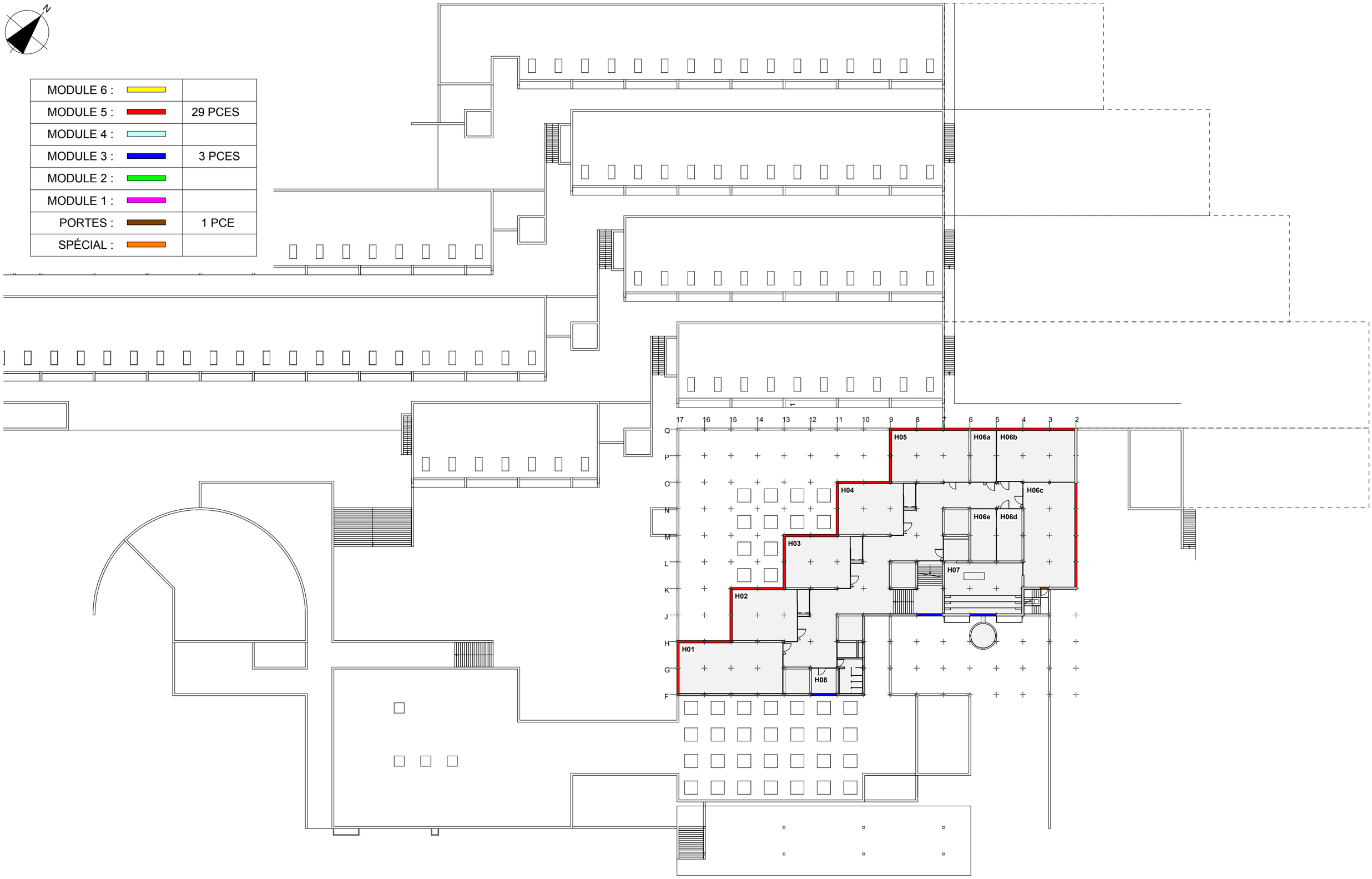
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.8**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU H - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	
MODULE 5 :	29 PCES
MODULE 4 :	
MODULE 3 :	3 PCES
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	
PORTES :	1 PCE
SPÉCIAL :	



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

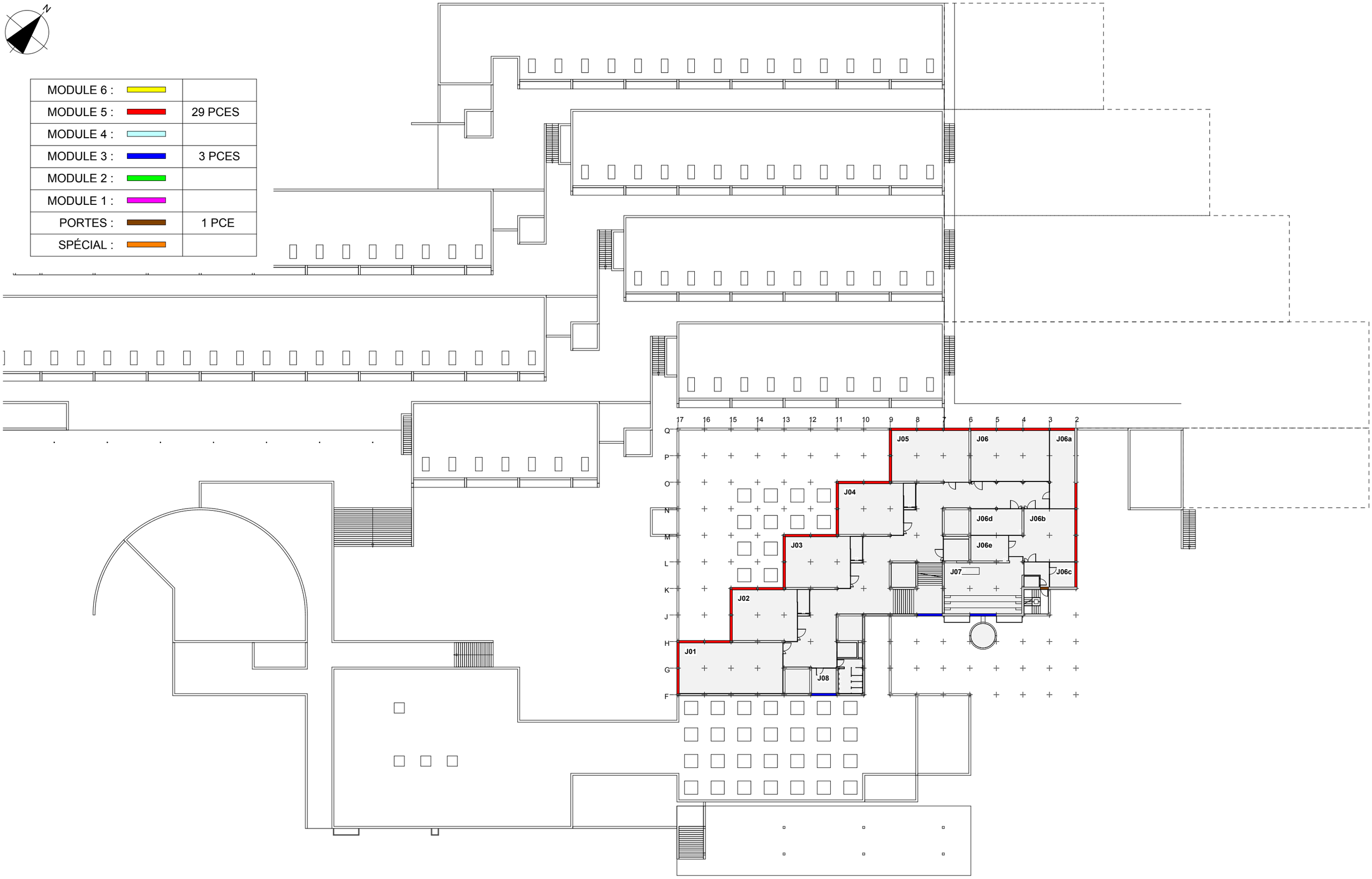
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.9**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU J - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	
MODULE 5 :	29 PCES
MODULE 4 :	
MODULE 3 :	3 PCES
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	
PORTES :	1 PCE
SPÉCIAL :	



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

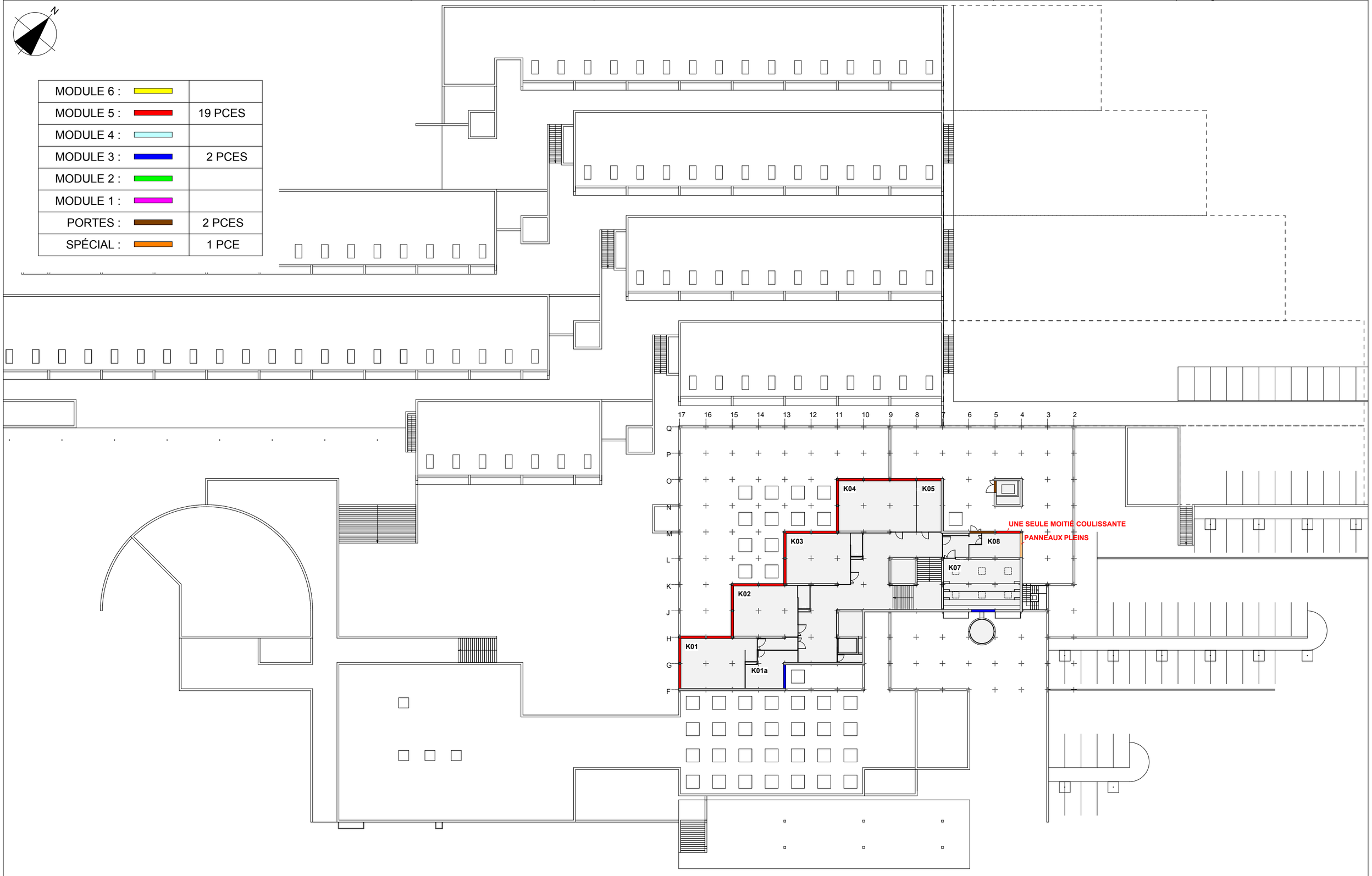
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.10**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN NIVEAU K - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	
MODULE 5 :	19 PCES
MODULE 4 :	
MODULE 3 :	2 PCES
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	
PORTES :	2 PCES
SPÉCIAL :	1 PCE



HEIG-VD
ROUTE DE CHESEAUX 1, 1400 YVERDON-LES-BAINS

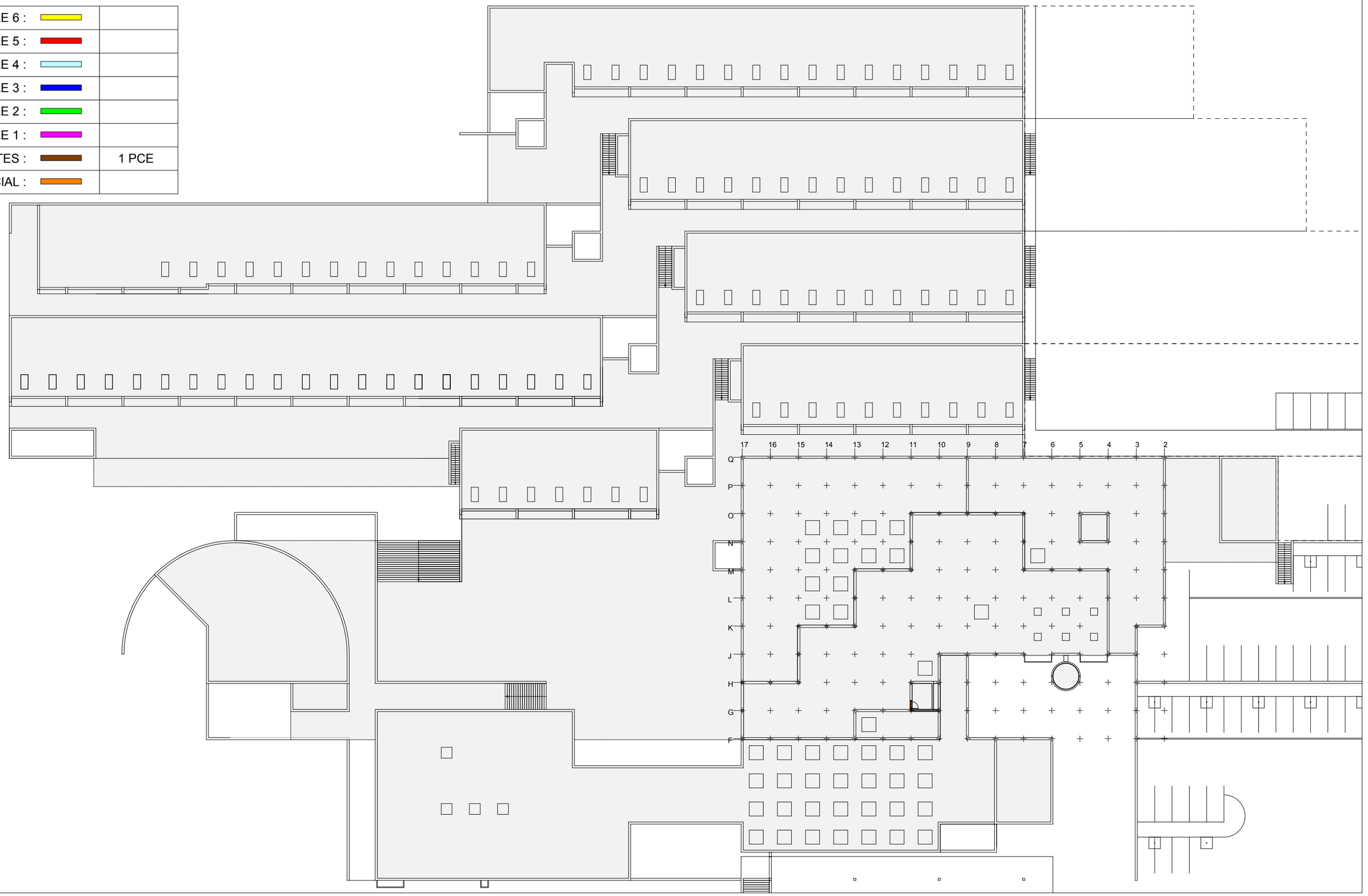
Affaire No : **333**
Extrait Plan No : **A 300.11**
Format : A3

Phase : **SCHÉMAS**
Titre : **PLAN TOITURE - OUVERTURES**

Date : 04.05.12
Echelle : 1:500
Dessiné : ND

dolci architectes
Centre Saint-Roch - Rue des Pêcheurs 8
CH - 1400 Yverdon-les-Bains
Tél: 024 424 14 14 Fax: 024 424 14 15
info@dolci-architectes.ch - www.dolci-architectes.ch

MODULE 6 :	
MODULE 5 :	
MODULE 4 :	
MODULE 3 :	
MODULE 2 :	
MODULE 1 :	
PORTES :	1 PCE
SPÉCIAL :	



5.5 Notes techniques Emmer Pfenninger Partner AG

Vitrages du type "Heat Mirror"

"Heat Mirror" est un produit américain, avec un film qui remplace la vitre intermédiaire d'un triple vitrage isolant standard. A noter que ce produit n'a pas obtenu à ce jour de marquage CE (confirme la conformité aux normes européennes).

Le produit "Heat Mirror" n'est disponible en Suisse que d'un seul fournisseur, l'entreprise Sofraver SA à 1754 Rosé FR. Présence sur le marché suisse environ 25 ans.

Le coût/m2 d'un vitrage "Heat Mirror" est plus élevé par rapport à un double vitrage standard tel que prévu. Nos informations actuelles indiquent un prix/m2 qui est environ le double du double vitrage isolant prévu, soit CHF 200.-/m2 au lieu de CHF 100.-/m2.

Selon notre expérience, la transparence à long terme d'un vitrage "Heat Mirror" avec film n'est pas la même que la transparence d'un vitrage composé de plaques de verre uniquement - question de planéité du film au fil du temps. L'aptitude d'un vitrage "Heat Mirror" comme élément de remplissage dans des fenêtres coulissantes à commande manuelle ne nous est pas connu et devra encore être vérifiée.

Il n'est pas possible d'améliorer la valeur U uniquement avec un vitrage du type "Heat Mirror" sans affecter les autres valeurs importantes telles que la transmission lumineuse ou la réflexion extérieure:

Pour comparaison ci-dessous la proposition de base avec double vitrage isolant, couche low-E

Float / Low-E	**Argon**	**14**	**26**	**79**	**13**	**1.1**	**0.58**	**78**

Film SC 75 Heat Mirror (façade)	**Gaz**	**E.A.** Intercalaire mm	**E.P.** Epaisseur totale mm	**TL%** Transmission lumineuse	**RL%** Réflexion lumineuse	**U** Uw/m² K	**G** Valeur G ou **FS**	**UV %** Protection UV
Float / Float	Argon	2x10	28	61	23	1,07	0,35	99,5
Float / Float	Krypton	2x8	24	61	23	0,89	0,35	99,5
Float / Low-E	Air	2x10	28	58	20	1.06	0,33	99,5
Float / Low-E	Argon	2x10	28	58	20	0,79	0,33	99,5
Float / Low-E	Krypton	2x8	24	58	20	0,60	0,33	99,5
Sun 56 / Float	Krypton	2x10	30	38	36	0,57	0,22	99,5
Sun 42-25/Low-E	Krypton	2x10	30	42	15	0,60	0,25	99,5
Sun 20-12/Low-E	Krypton	2x10	30	20	10	0,60	0,12	99,5
Float / Low-E	Krypton	3x8	32	44	21	0,40	0,25	99,5

Comparé avec les vitrages "Heat Mirror" de la gamme protection solaire, nous constatons que

- la transmission lumineuse est nettement plus basse
- la réflexion lumineuse extérieure est plus élevée (changement de l'aspect extérieur de la façade).

- Valeur U améliorée

Vu la protection solaire extérieure (stores Metalunic), la valeur g n'est pas déterminante pour le confort estival (risque de surchauffe).

Pour comparaison ci-dessous la proposition de base avec double vitrage isolant, couche low-E:

Float / Low-E	**Argon**	**14**	**26**	**79**	**13**	**1.1**	**0.58**	**78**

Heat Mirror Therm	Type	Gaz	E.A. Intercalaire mm	E.P. Epaisseur totale mm	TL% Transmission lumineuse	RL% Réflexion lumineuse	U Uw/m^2 K	G Valeur G ou FS	UV % Protection UV
Float / Float	HM 88	Krypton	2x8	24	72	19	0,97	0,53	99,5
Float / Low-E	HM 88	Argon	2x10	28	66	17	0,84	0,49	99,5
Solar	Solar	Krypton	2x10	28	66	17	0,70	0,52	99,5
Solar Top	Solar	Krypton	2x10	28	71	17	0,70	0,58	99,5
Solar Top	**Solar**	**Krypton**	**2x12**	**32**	**71**	**17**	**0,60**	**0,58**	**99,5**
Float / Float	TC 88	Air	2x12	32	60	13	0,97	0,46	99,5
Float / Float	TC 88	Argon	2x10	28	64	14	0,86	0,50	99,5
Float / Low-E	TC 88	Argon	2x10	28	60	13	0,83	0,46	99,5
Float / Float	**TC 88**	**Krypton**	**2x10**	**28**	**65**	**14**	**0,70**	**0,54**	**99,5**
HM 0.6 66/53	**Therm**	**Krypton**		**28**	**66**	**18**	**0,60**	**0,53**	**99,5**
HM 0.5 60/44	**Therm**	**Krypton**		**28**	**60**	**19**	**0,50**	**0,44**	**99,5**
HM 0.4 54/38	**Therm**	**Krypton**		**36**	**54**	**22**	**0,40**	**0,38**	**99,5**
HM 0.3 48/37	**Therm**	**Xenon**		**32**	**48**	**23**	**0,30**	**0,37**	**99,5**

En comparaison avec les vitrages "Heat Mirror" avec protection thermique, les différences dans la transmission lumineuse et la réflexion extérieure existent toujours, mais sont moins importantes.

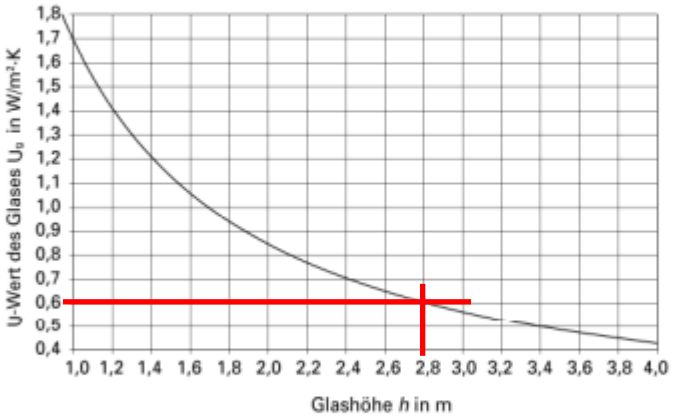
Notamment la situation dans les classes par rapport à la lumière du jour sera à évaluer.

Aspect de confort

Selon nos connaissances, le projet actuel des ingénieurs CVC ne prévoit plus des radiateurs/convecteurs en bas des façades. En conséquence, il faudrait bien vérifier le confort des utilisateurs selon la SIA 382/1, point 2.2.4.6 et tableau 8 (ci-dessous extrait de la norme en allemand):

2.2.4.6 Zur Vermeidung von Komfortproblemen bei Fenstern muss in Wohn- und Büroräumen des schweizerischen Mittellandes entweder der *U*-Wert der Verglasung (bestimmt nach EN 673) die Anforderung in Figur 8 erfüllen, oder es sind Massnahmen zu treffen zur Kompensation des Kaltluftabfalls und zur Gewährleistung des Strahlungskomforts (Heizkörper oder Lufteinführung vor dem Fenster, Anpassung der Möblierung bzw. des Aufenthaltsbereichs). Über Eck verglaste Räume sind zu vermeiden oder besonders gegen Kaltluftabfall zu schützen. Zu vermeiden sind auch grosse Rahmenflächen mit schlechtem *U*-Wert.

Figur 8 Maximal zulässiger *U*-Wert der Fensterverglasung U_g in Abhängigkeit der Glashöhe *h* zur Vermeidung von Komfortproblemen bei Kaltluftabfall. Gilt nicht für über Eck verglaste Räume.



SIA 382/1, Copyright © 2007 by SIA Zurich

i-Norm License by SIA Emmer Pfenninger Partner AG Müller Daniel | 20.03.2008

La variante de base d'une façade avec fenêtres coulissantes et double vitrages isolants avec une valeur U de 1.1 W/m2K ne correspondent donc pas aux recommandations de la SIA. A vérifier par les ingénieurs CVC avec le système de chauffage prévu actuellement, notamment pour toutes les salles avec deux surfaces vitrées dans l'angle.

* * * * *

5.6 Documentation technique

Emmer Pfenninger Partner AG

Calcul de la valeur U d'élément de façade type Méthode Uf

3/4121_HEIG

	Fenêtre type "Salle"	Hauteur en mm	Largeur ou longueur en mm	Surface totale en m^2	Surface unitaire en %	Valeur U des éléments en W/(m2K)	Longueur en m^1	Ψ in W/(mK)	Φ in W/K	Φ in W/K	Φ in %
	Surface de l'élément (hauteur d'étage x centre-axe)	**2925**	**3600**	**10.53**							
	Surface des éléments séparés (unitaires)			**Surface unitaire en m^2**				**Calculé selon EN/ISO 10077-1**			
1	1x cadre à la verticale, à gauche	2925	75	0.22	2%	1.40			0.31	0.00	1.8%
2	1x cadre à la verticale, à droite	2925	75	0.22	2%	1.40			0.31	0.00	1.8%
3	1x cadre à la verticale,centre vitrage fixe	953	90	0.09	1%	1.50			0.13	0.00	0.8%
4	1x cadre à la verticale, coulissant à gauche	1636	110	0.18	2%	3.20			0.58	0.00	3.4%
5	1x cadre à la verticale, coulissant à droite	1636	110	0.18	2%	3.40			0.61	0.00	3.6%
6	1x cadre à la verticale, centre coulissant	1636	70	0.11	1%	4.10			0.47	0.00	2.8%
7	1x cadre à l'horizontale supérieure	90	3600	0.32	3%	1.40			0.45	0.00	2.7%
8	1x cadre à l'horizontale, coulissant_vitrage fixe	65	3450	0.22	2%	1.40			0.31	0.00	1.9%
9	1x cadre à l'horizontale, coulissant haut	95	3450	0.33	3%	4.80			1.57	0.00	9.4%
10	2x cadre à l'horizontale, traverse coulissant	140	1600	0.22	2%	2.80			0.63	0.00	3.7%
11	1x cadre à l'horizontale, coulissant bas	105	3450	0.36	3%	4.85			1.76	0.00	10.5%
12	1x cadre à l'horizontale, coulissant_vitrage fixe	65	3450	0.22	2%	1.40			0.31	0.00	1.9%
13	1x cadre à l'horizontale inférieure	60	3600	0.22	2%	1.50			0.32	0.00	1.9%
14		0	0	0.00	0%	0.00			0.00	0.00	0.0%
15		0	0	0.00	0%	0.00			0.00	0.00	0.0%
16		0	0	0.00	0%	0.00			0.00	0.00	0.0%
17	3x double vitrage coulissant gauche	1356	1600	2.17	21%	1.10	5.91	0.08	2.39	0.47	17.0%
18	3x double vitrage coulissant droit	1356	1600	2.17	21%	1.10	5.91	0.08	2.39	0.47	17.0%
19	*double vitrage 3*	0	0	0.00	0%	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.0%
20	*double vitrage 4*	0	0	0.00	0%	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.0%
21	2x triple vitrage fixes hauts	905	1680	1.52	14%	0.60	5.17	0.08	0.91	0.41	7.9%
22	2x triple vitrage fixes bas	1060	1680	1.78	17%	0.60	5.48	0.08	1.07	0.44	9.0%
23	*triple vitrage 3*	0	0	0.00	0%	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.0%
24	*triple vitrage 4*	0	0	0.00	0%	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.0%
25	*triple vitrage 5*	0	0	0.00	0%	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.0%
26	1x panneau de socle	0	0	0.00	0%	0.40	0.00	0.13	0.00	0.00	0.0%
27	1x panneau caisson de store	0	0	0.00	0%	0.50	0.00	0.13	0.00	0.00	0.0%
28		0	0	0.00	0%	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.0%
29		0	0	0.00	0%	0.00	0.00	0.13	0.00	0.00	0.0%
			Contrôle de surface	**10.54**	**100%**	**Pont thermique ponctuel par pièce**		**W/K**			
28	Pont thermique						3.00	0.16		0.48	2.9%
29							0.00	0.00		0	0.0%
30							0.00	0.00		0	0.0%
									14.52	2.28	100.0%

Remarques: Calcul de la valeur U selon (EN 13947) "single assessment method".article 6.2.3.1 (méthode avec Uf)

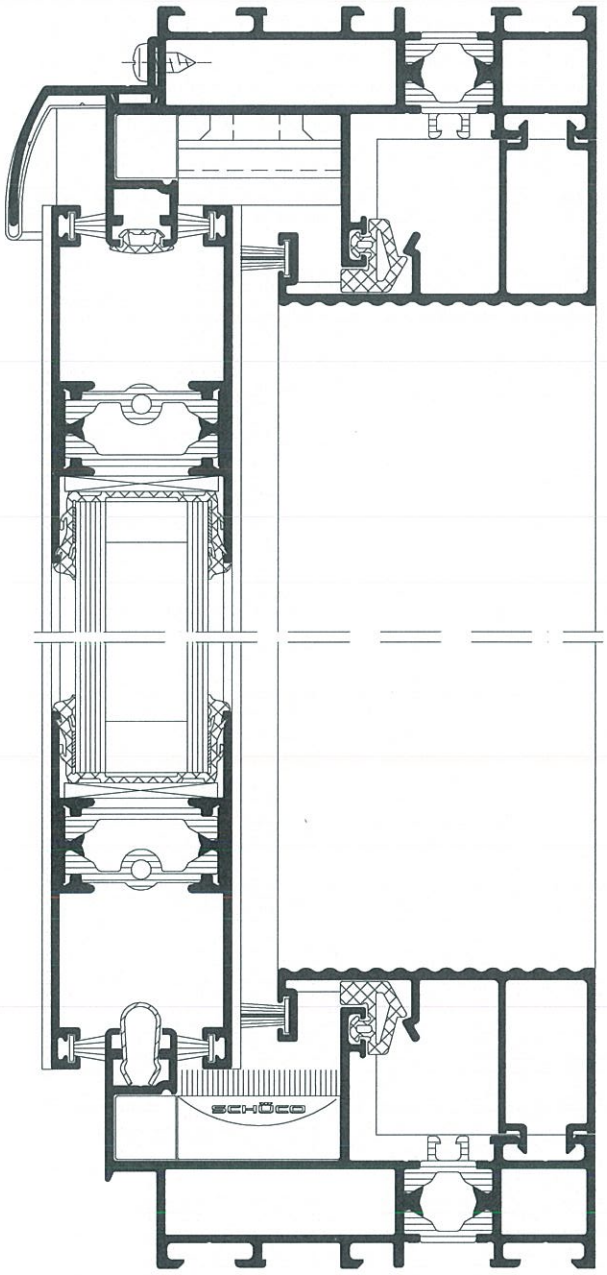
Emmer Pfenninger Partner AG, CH-4142 Münchenstein, 04. September 2009, Patrick Valli

Valeur U de l'élément en W/m2K **1.59** **EN 13947 "component assessment method".**

Copyright Emmer Pfenninger Partner AG 1988 - Schutzvermerk ISO 16016 beachten

Schüco ASS 39 SC

Systemprofile im Kunden- und Werksverbund
System profiles, pre-rolled and for rolling together by the customer



Detail verkleinert dargestellt
Detail shown smaller than actual size

Eigenschaften und Vorteile

- Wärmegedämmte Schiebekonstruktion mit schmalen Ansichtsbreiten
- Geringer Rahmenanteil, hoher Glasanteil
- Grundbautiefe Flügelprofil 39 mm
- Flaches Blendrahmenprofil als umlaufender Rahmen
- Verglasung ohne Glasleisten durch umfassendes Flügelprofil
- Bündige Verbundstege verhindern Restwasser im Falz
- Glasstärken 24, 26 und 28 mm
- Ausführung mit 1, 2 oder 3 Laufschienen
- Geräuscharmer Lauf durch gelagerte Laufrollen
- Kompatibel mit Serie Schüco AWS 50 als Oberlicht oder Seitenteil
- Maximales Flügelgewicht 160 kg

Features and benefits

- *Thermally broken sliding construction with narrow face widths*
- *Proportionately less frame and more glass*
- *Basic depth of vent profile 39 mm*
- *Flat outer frame profile as continuous frame*
- *Glazing without glazing beads using glass-enclosing vent profiles*
- *Flush insulating bars prevent residual water collecting in the rebate*
- *Glass thickness 24, 26 and 28 mm*
- *Single, double or triple-track design*
- *Quiet operation with rollers on bearings*
- *Compatible with the Schüco AWS 50 series as a toplight or sidelight*
- *Maximum vent weight 160 kg*

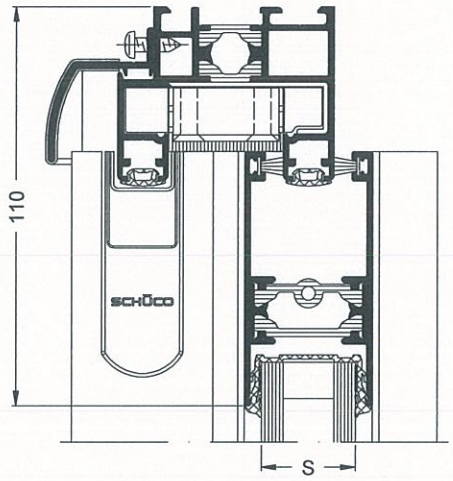
Prüfungen und Normen *Tests and standards*	
Windlastwiderstand nach DIN EN 12210* *Wind load resistance in accordance with DIN EN 12210**	bis Klasse *up to class* B1
Schlagregendichtheit nach DIN EN 12208** *Watertightness in accordance with DIN EN 12208***	bis Klasse *up to class* 7A
Luftdurchlässigkeit nach DIN EN 12207 *Air permeability in accordance with DIN EN 12207*	bis Klasse *up to class* 3
Einbuchhemmung nach DIN V ENV 1627** *Burglar resistance in accordance with DIN V ENV 1627***	bis Klasse *up to class* 2

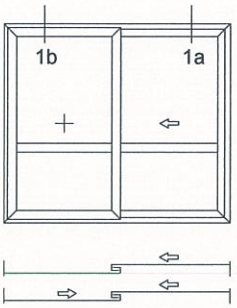
* Durchbiegungsverhalten profilabhängig
* *The amount of deflection will depend on the profile*

** Abhängig von der Ausführung (siehe Prüfzeugnis)
** *Design-specific (see test certificate)*

Schüco ASS 39 SC, 2-gleisig
Schüco ASS 39 SC, double-track

1





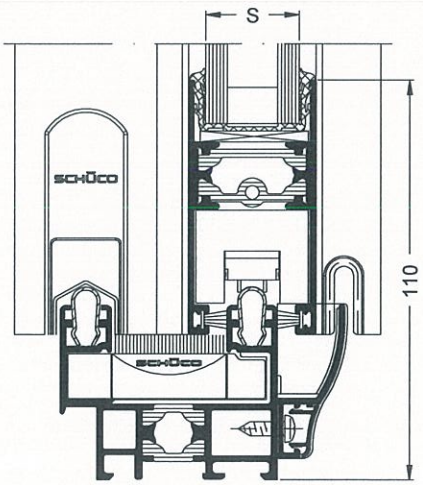
Ansichtsbreite 110 mm
110 mm face width

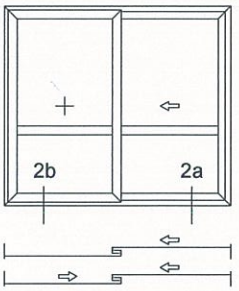
Maßstab 1:2
Scale 1:2

1a Flügelrahmen außen:
Vent frame, outside:
U_f = 4,4 W/(m²K)

1b Flügelrahmen innen:
Vent frame, inside:
U_f = 5,2 W/(m²K)

2





Ansichtsbreite 110 mm
110 mm face width

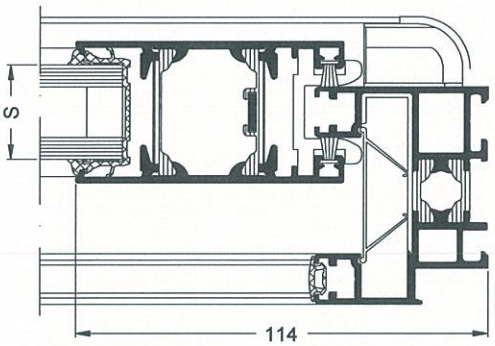
Maßstab 1:2
Scale 1:2

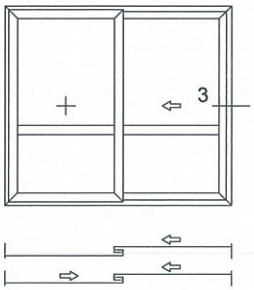
2a Flügelrahmen außen:
Vent frame, outside:
U_f = 4,6 W/(m²K)

2b Flügelrahmen innen:
Vent frame, inside:
U_f = 5,1 W/(m²K)

Schüco ASS 39 SC, 2-gleisig
Schüco ASS 39 SC, double-track

3





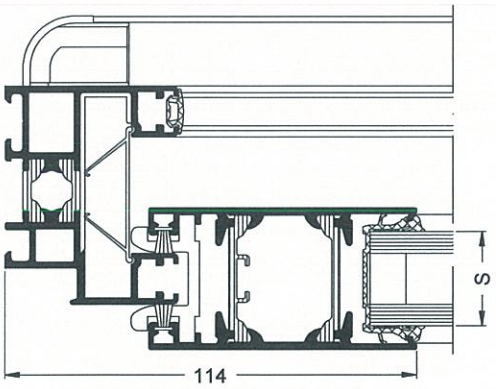
Ansichtsbreite 114 mm
114 mm face width

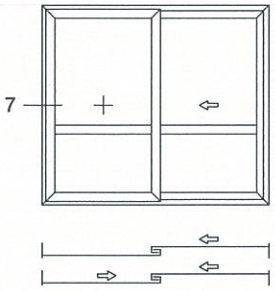
Maßstab 1:2
Scale 1:2

Flügelrahmen innen:
Vent frame, inside:

U_f = 3,2 W/(m²K)

7





Ansichtsbreite 114 mm
114 mm face width

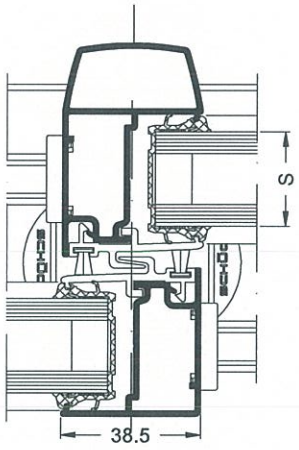
Maßstab 1:2
Scale 1:2

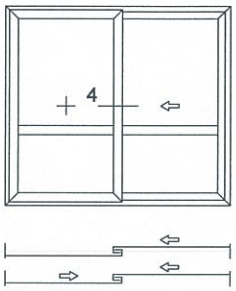
Flügelrahmen außen:
Vent frame, outside:

U_f = 3,4 W/(m²K)

Schüco ASS 39 SC, 2-gleisig
Schüco ASS 39 SC, double-track

4



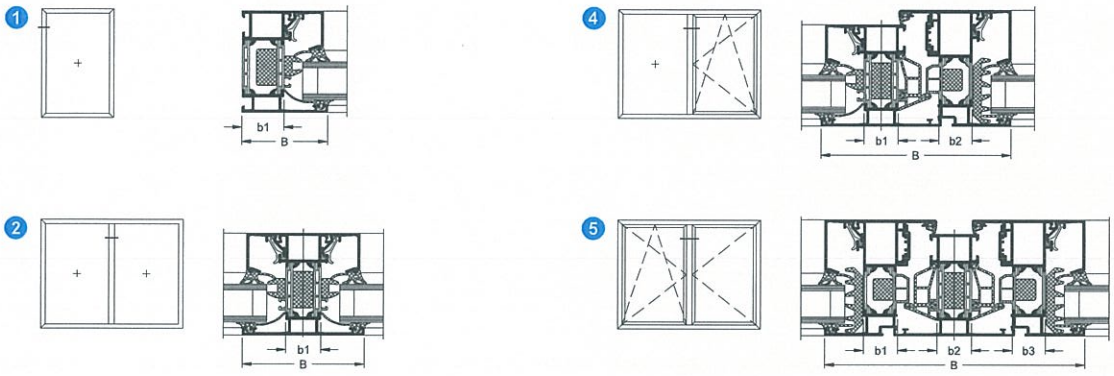


Ansichtsbreite 38,5 mm
38.5 mm face width

Maßstab 1:2
Scale 1:2

U_f = 4,1 W/(m²K)

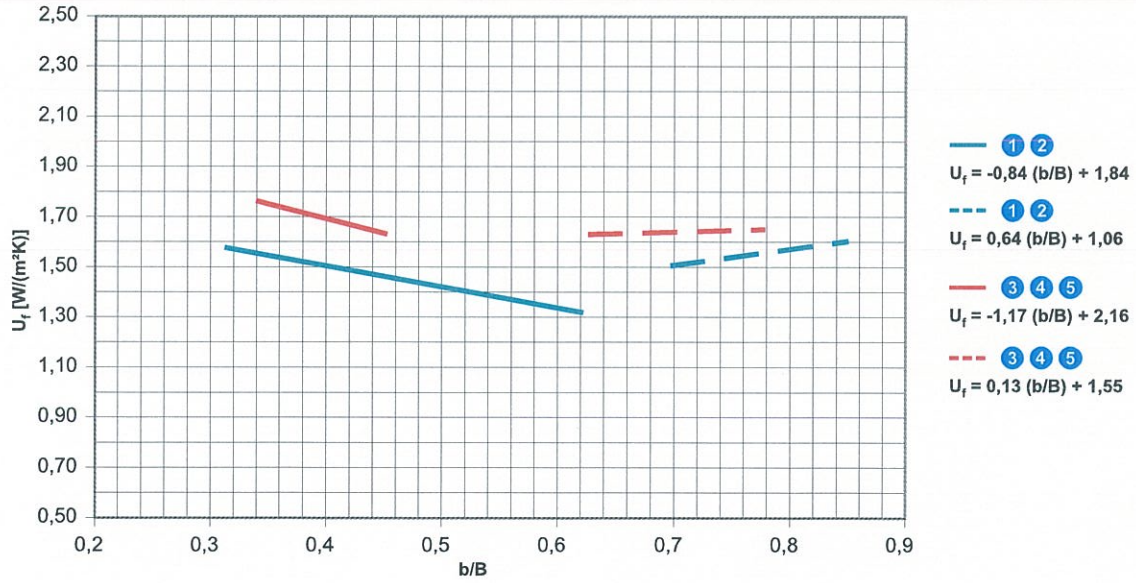
Schüco Fenster AWS 70.HI
Schüco Window AWS 70.HI



Variante mit Glasfalzdämmung
Options with glazing rebate insulation

Isoliersteglängen im Flügel beachten.
Note insulating bar lengths on vent.

Maßstab 1:5
Scale 1:5

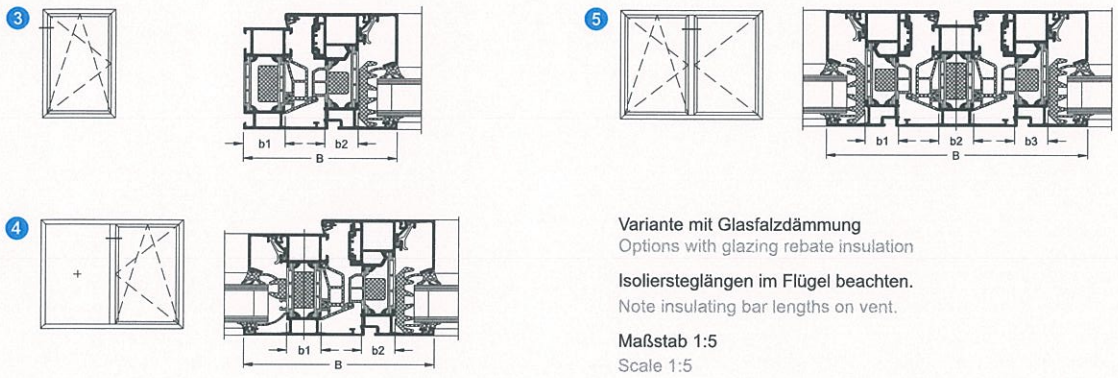


Hinweis:
Für Profile mit Polyamid-Isolierstegen ist der abgelesene U_f-Wert um +0,1 W/(m²K) zu erhöhen.
Für flächenbündige Flügel ist der abgelesene U_f-Wert um +0,1 W/(m²K) zu erhöhen.
U_f-Wert in W/(m²K) nach DIN EN ISO 10077-2, IFT Rosenheim Prüfbericht

Note:
For profiles with polyamide insulating bars the U_f value shown must be increased by +0.1 W/(m²K).
For flush-fitted vents the U_f value shown must be increased by +0.1 W/(m²K).
U_f value in W/(m²K) in accordance with DIN EN ISO 10077-2, IFT Rosenheim test report

Dämmprinzip / Insulation principle			
Isoliersteghöhe	37,5 mm / 32,5 mm		Height of insulating bar
Isolierstegmaterial	Polythermid	Polythermide	Insulating bar material
Dämmzone	Schaumverbund-Isoliersteg	foam-filled insulating bar	Insulating zone
Dämmzonenoberfläche	leicht oxidiert ε = 0,3	Slightly oxidised ε = 0.3	Insulating zone surface
Dichtungen	Mehrkammer-, Fahnendichtungen	Multi-chamber gasket, gasket with fins	Gaskets

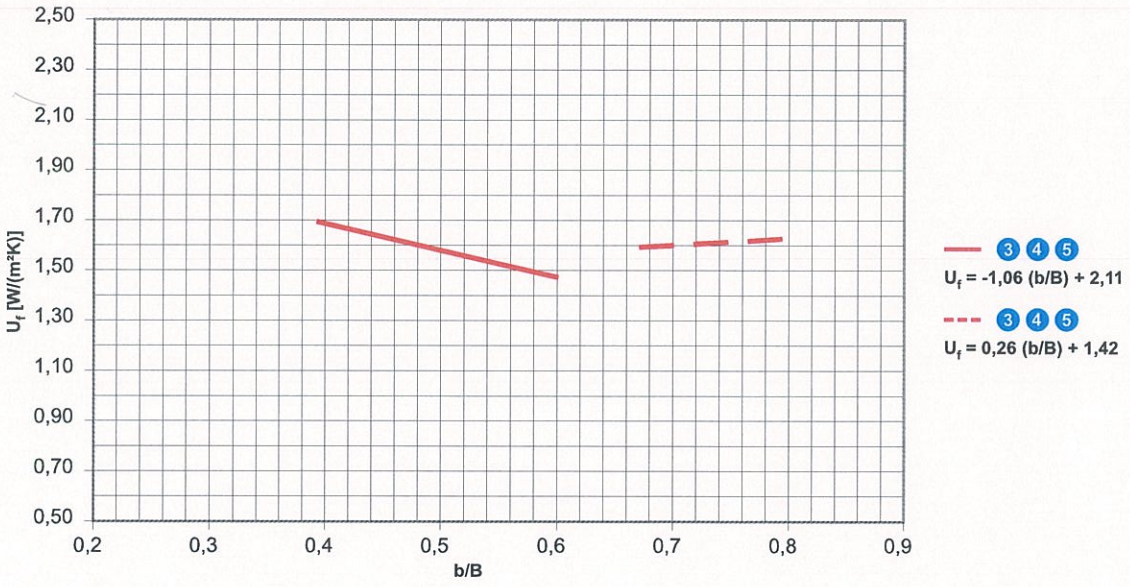
Schüco Fenster AWS 70.HI
Schüco Window AWS 70.HI



Variante mit Glasfalzdämmung
Options with glazing rebate insulation

Isoliersteglängen im Flügel beachten.
Note insulating bar lengths on vent.

Maßstab 1:5
Scale 1:5

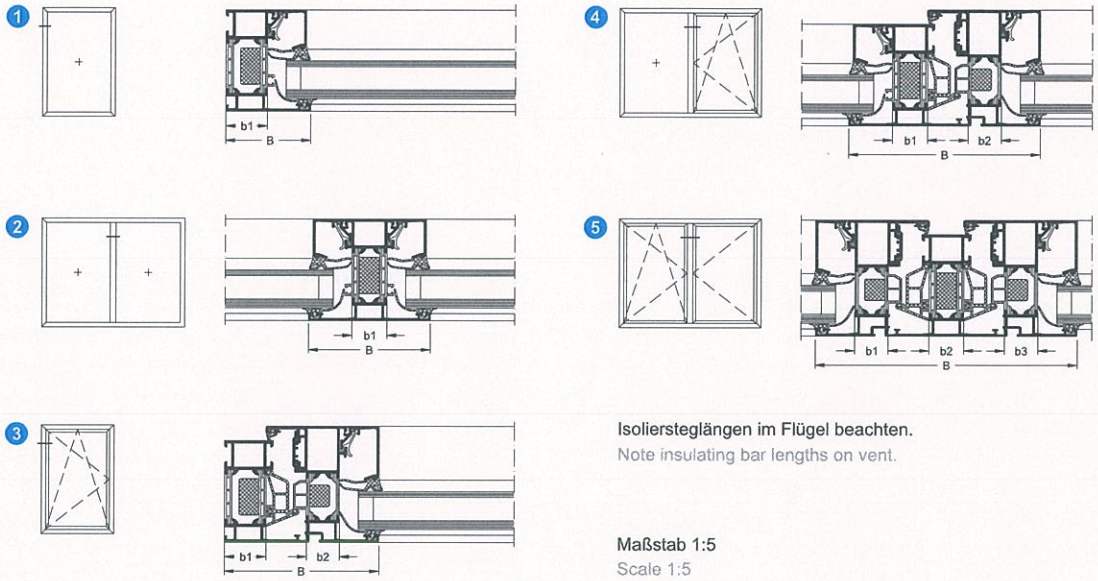


Hinweis:
Für Profile mit Polyamid-Isolierstegen ist der abgelesene U_f-Wert um +0,1 W/(m²K) zu erhöhen.
Für flächenbündige Flügel ist der abgelesene U_f-Wert um +0,1 W/(m²K) zu erhöhen.
U_f-Wert in W/(m²K) nach DIN EN ISO 10077-2, IFT Rosenheim Prüfbericht

Note:
For profiles with polyamide insulating bars the U_f value shown must be increased by +0.1 W/(m²K).
For flush-fitted vents the U_f value shown must be increased by +0.1 W/(m²K).
U_f value in W/(m²K) in accordance with DIN EN ISO 10077-2, IFT Rosenheim test report

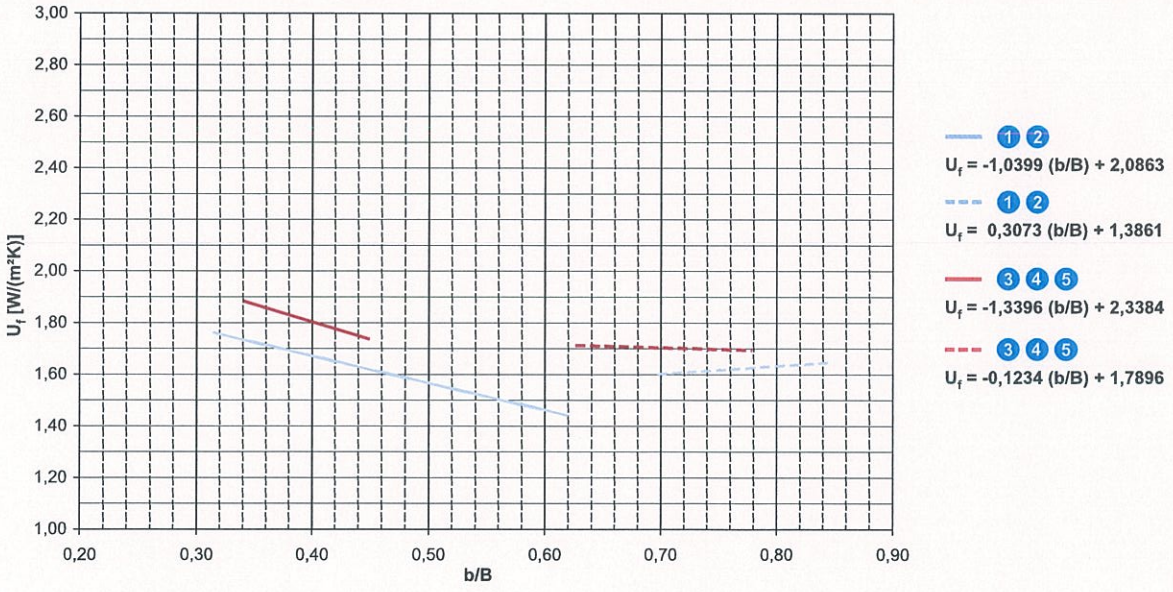
Dämmprinzip / Insulation principle			
Isoliersteghöhe	37,5 mm / 32,5 mm / 42,5 mm		Height of insulating bar
Isolierstegmaterial	Polythermid	Polythermide	Insulating bar material
Dämmzone	Schaumverbund-Isoliersteg	foam-filled insulating bar	Insulating zone
Dämmzonenoberfläche	leicht oxidiert ε = 0,3	Slightly oxidised ε = 0.3	Insulating zone surface
Dichtungen	Mehrkammer-, Fahnendichtungen	Multi-chamber gasket, gasket with fins	Gaskets

Schüco Fenster AWS 70.HI
Schüco Window AWS 70.HI



Isoliersteglängen im Flügel beachten.
Note insulating bar lengths on vent.

Maßstab 1:5
Scale 1:5

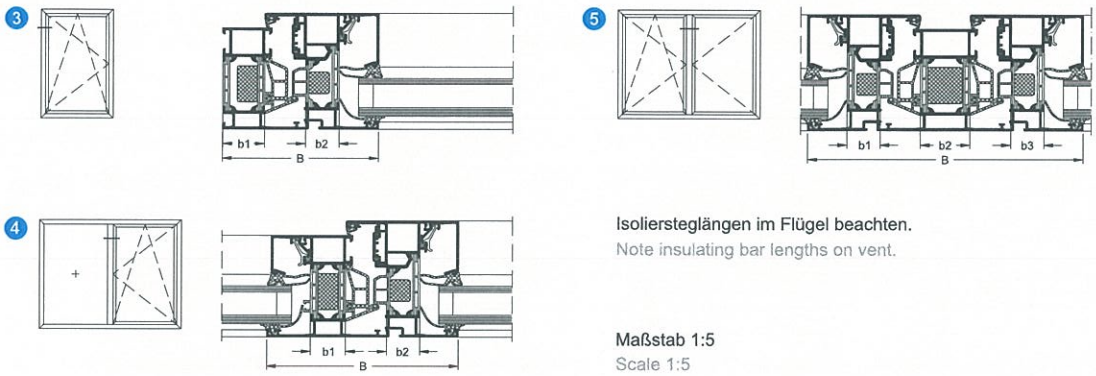


Hinweis:
Für Profile mit Polyamid-Isolierstegen ist der abgelesene U_f-Wert um +0,1 W/(m²K) zu erhöhen.
Für flächenbündige Flügel ist der abgelesene U_f-Wert um +0,1 W/(m²K) zu erhöhen.
U_f-Wert in W/(m²K) nach DIN EN ISO 10077-2, IFT Rosenheim Prüfbericht

Note:
For profiles with polyamide insulating bars the U_f value shown must be increased by +0.1 W/(m²K).
For flush-fitted vents the U_f value shown must be increased by +0.1 W/(m²K).
U_f value in W/(m²K) in accordance with DIN EN ISO 10077-2, IFT Rosenheim test report

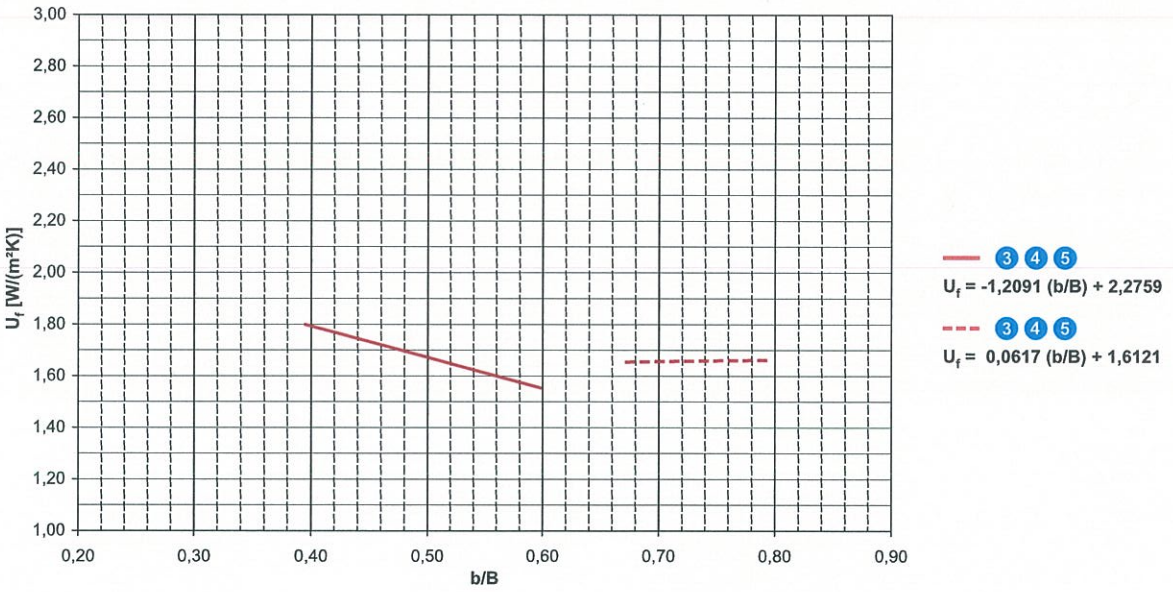
Dämmprinzip / Insulation principle			
Isoliersteghöhe	37,5 mm / 32,5 mm		Height of insulating bar
Isolierstegmaterial	Polythermid	Polythermide	Insulating bar material
Dämmzone	Schaumverbund-Isoliersteg	foam-filled insulating bar	Insulating zone
Dämmzonenoberfläche	leicht oxidiert ε = 0,3	Slightly oxidised ε = 0.3	Insulating zone surface
Dichtungen	Mehrkammer-, Fahnendichtungen	Multi-chamber gasket, gasket with fins	Gaskets

Schüco Fenster AWS 70.HI
Schüco Window AWS 70.HI



Isoliersteglängen im Flügel beachten.
Note insulating bar lengths on vent.

Maßstab 1:5
Scale 1:5



Hinweis:
Für Profile mit Polyamid-Isolierstegen ist der abgelesene U_f-Wert um +0,1 W/(m²K) zu erhöhen.
Für flächenbündige Flügel ist der abgelesene U_f-Wert um +0,1 W/(m²K) zu erhöhen.
U_f-Wert in W/(m²K) nach DIN EN ISO 10077-2, IFT Rosenheim Prüfbericht

Note:
For profiles with polyamide insulating bars the U_f value shown must be increased by +0.1 W/(m²K).
For flush-fitted vents the U_f value shown must be increased by +0.1 W/(m²K).
U_f value in W/(m²K) in accordance with DIN EN ISO 10077-2, IFT Rosenheim test report

Dämmprinzip / Insulation principle			
Isoliersteghöhe	37,5 mm / 32,5 mm / 42,5 mm		Height of insulating bar
Isolierstegmaterial	Polythermid	Polythermide	Insulating bar material
Dämmzone	Schaumverbund-Isoliersteg	foam-filled insulating bar	Insulating zone
Dämmzonenoberfläche	leicht oxidiert ε = 0,3	Slightly oxidised ε = 0.3	Insulating zone surface
Dichtungen	Mehrkammer-, Fahnendichtungen	Multi-chamber gasket, gasket with fins	Gaskets

	mf
Firma:	EPPAG
Kunde:	mf
Projekt:	HEIG
Datum:	29.11.2012

Verglasungsaufbau:

Double vitrage isolant Zero E

glaströsch

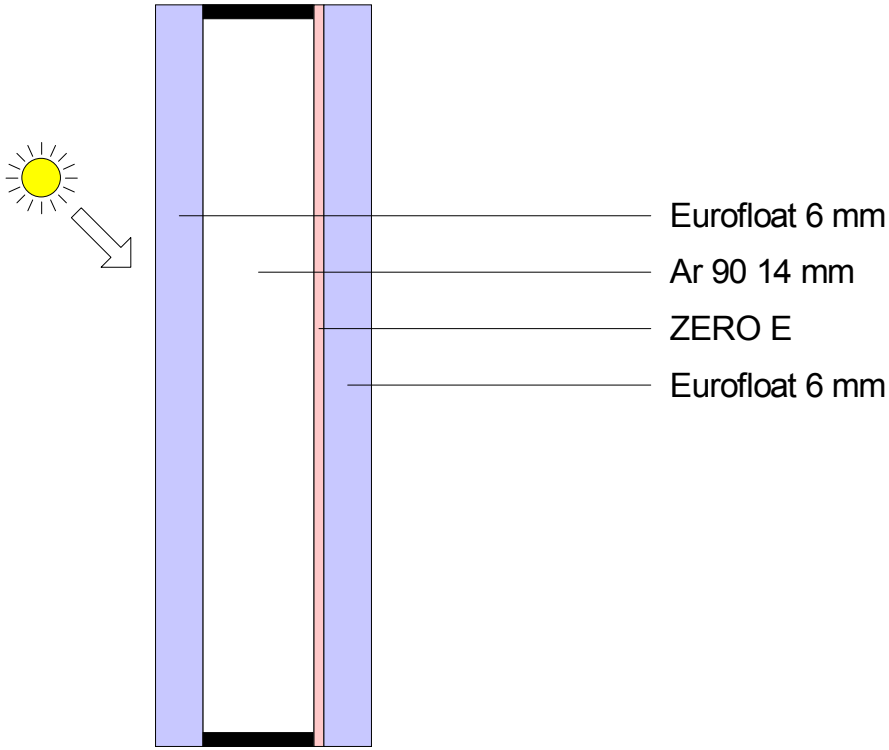
SILVERSTAR Produkteblatt

Versionsinformationen:

Programm 3.04
Datenbank 3.04
Ausgabeformat 3.04

Ermittlung von SILVERSTAR Verglasungskennwerten

Die nachfolgenden Verglasungskennwerte wurden mit Hilfe des Programmes SILVERSTAR glaCE berechnet.



CE

Neigungswinkel: 90 °

Wärmedurchgangskoeffizient Ug (EN 673):	1.1	W/m²K
Gesamtenergiedurchlaßgrad (g-Wert):	58	%
Lichttransmission:	79	%
Lichtreflexion (außen):	13	%
Lichtreflexion (innen):	13	%
Lichtabsorption:	9	%
Strahlungstransmission:	49	%
Strahlungsreflexion (außen):	28	%
Strahlungsreflexion (innen):	27	%
Strahlungsabsorption:	23	%
Sekundärer Wärmeabgabegrad nach innen:	9	%
UV-Transmission:	22	%
UV-Reflexion:	18	%
UV-Absorption:	60	%
Farbwiedergabeindex Ra (trans.):	96	
Selektivität (Lt / g-Wert):	1.4	
b-Faktor (g-Wert / 0.87):	67	%

Scheibentemperaturen:

Klima:
Sommer 1

Pos. 1:	33	°C
Pos. 2:	30	°C
Pos. 3:	---	
Pos. 4:	---	

Die angegebenen Werte werden gemäß den europäischen Normen EN 410 und EN 673 berechnet und basieren auf Prüfdaten.
Durch Produktionstoleranzen gemäß geltenden EN Normen kann es zu geringen Abweichungen der effektiven Werte kommen.
Nationale Normen oder Zuschläge (z.B. für Ug-Wert) werden nicht berücksichtigt.

	mf
Firma:	EPPAG
Kunde:	mf
Projekt:	HEIG
Datum:	29.11.2012

Verglasungsaufbau:

Double vitrage isolant 70/40

glaströsch

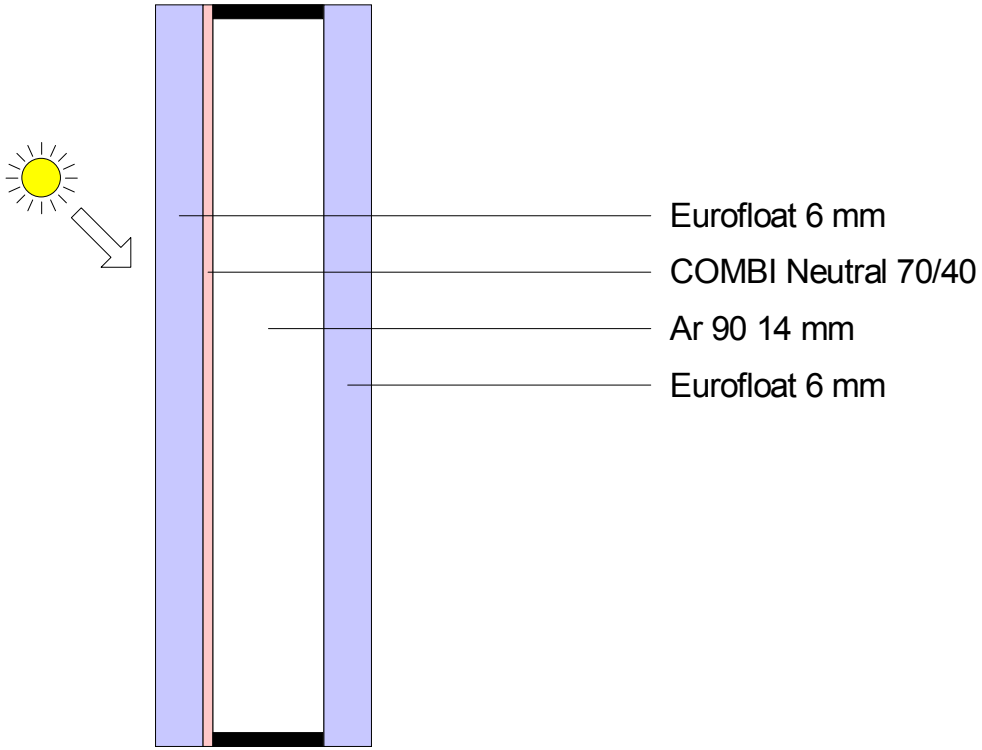
SILVERSTAR Produkteblatt

Versionsinformationen:

Programm 3.04
Datenbank 3.04
Ausgabeformat 3.04

Ermittlung von SILVERSTAR Verglasungskennwerten

Die nachfolgenden Verglasungskennwerte wurden mit Hilfe des Programmes SILVERSTAR glaCE berechnet.



CE

Neigungswinkel: 90 °

Wärmedurchgangskoeffizient Ug (EN 673):	1.1 W/m²K
Gesamtenergiedurchlaßgrad (g-Wert):	42 %
Lichttransmission:	72 %
Lichtreflexion (außen):	12 %
Lichtreflexion (innen):	13 %
Lichtabsorption:	16 %
Strahlungstransmission:	38 %
Strahlungsreflexion (außen):	28 %
Strahlungsreflexion (innen):	32 %
Strahlungsabsorption:	34 %
Sekundärer Wärmeabgabegrad nach innen:	3 %
UV-Transmission:	14 %
UV-Reflexion:	7 %
UV-Absorption:	78 %
Farbwiedergabeindex Ra (trans.):	95
Selektivität (Lt / g-Wert):	1.7
b-Faktor (g-Wert / 0.87):	48 %

Scheibentemperaturen:		
Klima:	Pos. 1:	37 °C
Sommer 1	Pos. 2:	28 °C
	Pos. 3:	---
	Pos. 4:	---

Die angegebenen Werte werden gemäß den europäischen Normen EN 410 und EN 673 berechnet und basieren auf Prüfdaten.
Durch Produktionstoleranzen gemäß geltenden EN Normen kann es zu geringen Abweichungen der effektiven Werte kommen.
Nationale Normen oder Zuschläge (z.B. für Ug-Wert) werden nicht berücksichtigt.

Firma: Emmer Pfenninger Partner AG
Kunde: mf
Projekt: HEIG
Datum: 07.03.2012

Verglasungsaufbau:

Triple vitrage isolant Zero E

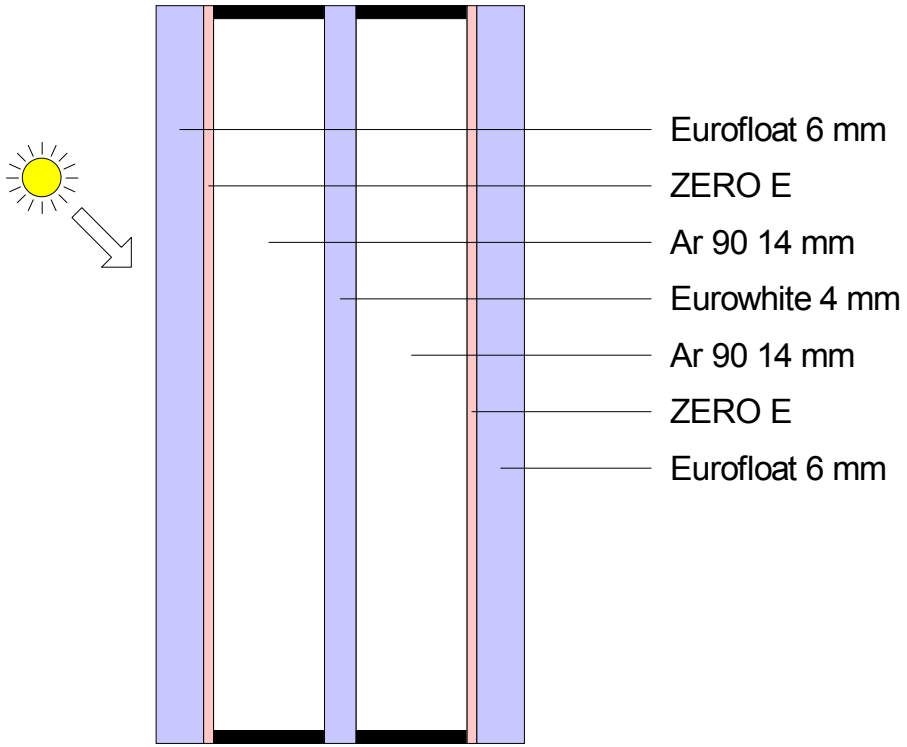
SILVERSTAR Produkteblatt

Versionsinformationen:

Programm 3.04
Datenbank 3.04
Ausgabeformat 3.04

Ermittlung von SILVERSTAR Verglasungskennwerten

Die nachfolgenden Verglasungskennwerte wurden mit Hilfe des Programmes SILVERSTAR glaCE berechnet.



Neigungswinkel: 90 °

Wärmedurchgangskoeffizient Ug (EN 673):	0.6 W/m²K
Gesamtenergiedurchlaßgrad (g-Wert):	46 %
Lichttransmission:	70 %
Lichtreflexion (außen):	17 %
Lichtreflexion (innen):	17 %
Lichtabsorption:	13 %
Strahlungstransmission:	39 %
Strahlungsreflexion (außen):	32 %
Strahlungsreflexion (innen):	32 %
Strahlungsabsorption:	28 %
Sekundärer Wärmeabgabegrad nach innen:	7 %
UV-Transmission:	10 %
UV-Reflexion:	19 %
UV-Absorption:	71 %
Farbwiedergabeindex Ra (trans.):	95
Selektivität (Lt / g-Wert):	1.5
b-Faktor (g-Wert / 0.87):	53 %

Scheibentemperaturen:
Klima:
Sommer 1

Pos. 1:	35 °C
Pos. 2:	33 °C
Pos. 3:	29 °C
Pos. 4:	---

Die angegebenen Werte werden gemäß den europäischen Normen EN 410 und EN 673 berechnet und basieren auf Prüfdaten.
Durch Produktionstoleranzen gemäß geltenden EN Normen kann es zu geringen Abweichungen der effektiven Werte kommen.
Nationale Normen oder Zuschläge (z.B. für Ug-Wert) werden nicht berücksichtigt.

Firma: Emmer Pfenninger Partner AG
Kunde: mf
Projekt: HEIG
Datum: 07.03.2012

Verglasungsaufbau:

Triple vitrage isolant 70/40

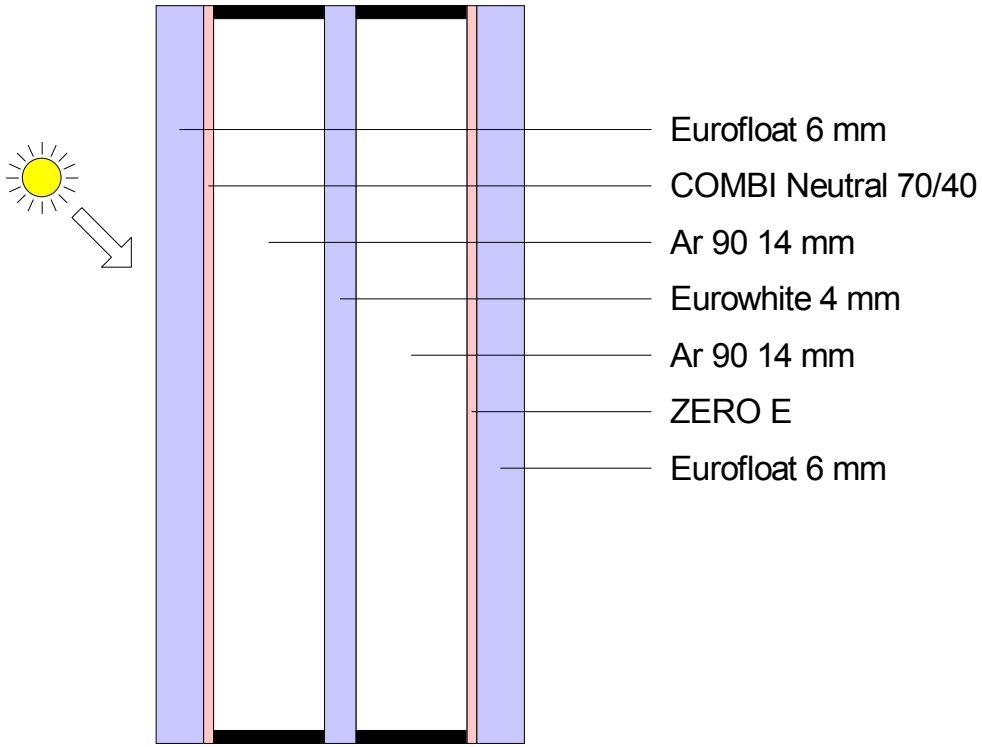
SILVERSTAR Produkteblatt

Versionsinformationen:

Programm 3.04
Datenbank 3.04
Ausgabeformat 3.04

Ermittlung von SILVERSTAR Verglasungskennwerten

Die nachfolgenden Verglasungskennwerte wurden mit Hilfe des Programmes SILVERSTAR glaCE berechnet.



Neigungswinkel: 90 °

Wärmedurchgangskoeffizient Ug (EN 673):	0.6 W/m²K
Gesamtenergiedurchlaßgrad (g-Wert):	37 %
Lichttransmission:	64 %
Lichtreflexion (außen):	15 %
Lichtreflexion (innen):	17 %
Lichtabsorption:	21 %
Strahlungstransmission:	32 %
Strahlungsreflexion (außen):	30 %
Strahlungsreflexion (innen):	34 %
Strahlungsabsorption:	37 %
Sekundärer Wärmeabgabegrad nach innen:	5 %
UV-Transmission:	7 %
UV-Reflexion:	8 %
UV-Absorption:	85 %
Farbwiedergabeindex Ra (trans.):	94
Selektivität (Lt / g-Wert):	1.7
b-Faktor (g-Wert / 0.87):	43 %

Scheibentemperaturen:
Klima:
Sommer 1

Pos. 1:	38 °C
Pos. 2:	34 °C
Pos. 3:	29 °C
Pos. 4:	---

Die angegebenen Werte werden gemäß den europäischen Normen EN 410 und EN 673 berechnet und basieren auf Prüfdaten.
Durch Produktionstoleranzen gemäß geltenden EN Normen kann es zu geringen Abweichungen der effektiven Werte kommen.
Nationale Normen oder Zuschläge (z.B. für Ug-Wert) werden nicht berücksichtigt.

www.heat-mirror.fr



HEAT MIRROR
Le double vitrage le plus isolant au monde.

Grâce à la technologie exclusive Heat-Mirror, nos doubles vitrages atteignent des performances exceptionnelles d'isolation. Les verres à film Heat-Mirror sont des vitrages multi-fonctionnels, ils améliorent le confort dans de nombreux domaines ; Fraîcheur en été, chaleur en hiver, protection des UV, luminosité, réduction acoustique, absence de condensation, sécurité...

$$Ug = \text{de } 0{,}48 \text{ à } 0{,}9 \text{ W/m}^2/^0\text{K}$$

Installé en vertical, en façade de building, dans des profilés aluminium ou PVC, Heat-Mirror à l'avantage d'avoir des performances d'isolation supérieure au triple vitrage, tout en conservant un poids, des dimensions et une épaisseur standard.

Installé en toiture inclinée, en véranda, verrière, Heat-Mirror à l'avantage de conserver son coefficient de déperdition thermique invariable, quand les doubles vitrages classiques voient leurs performances diminuer de moitié.

Mis en oeuvre dans des projets HQE ou Passif, Heat-Mirror conjugue "super isolation thermique" et "contrôle solaire optimisé".

CHOISIR HEAT-MIRROR C'EST CHOISIR LA SOLUTION DE DOUBLE VITRAGE LA PLUS INNOVANTE DU MARCHÉ.

- Esthétique & Design
- Economie d'énergie
- Confort et simplicité
- Contrôle solaire
- Isolation Thermique
- Luminosité
- Protection des UV
- Réduction acoustique
- Légèreté

HEAT MIRROR™

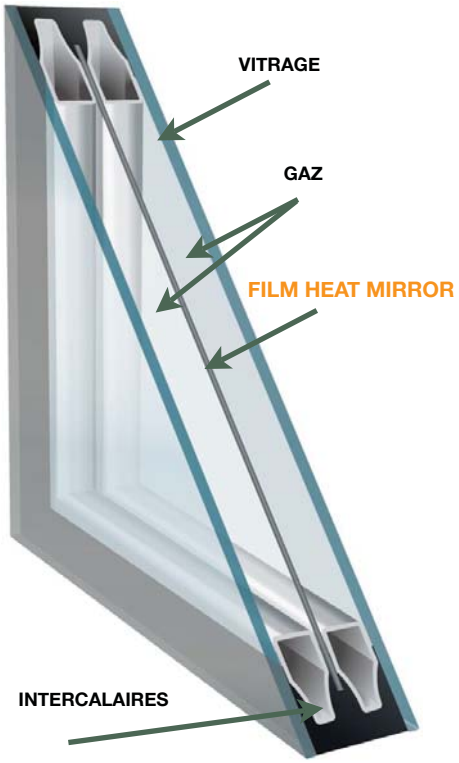
PRISM SARL 90, RUE DE CESSANGE L-1321 LUXEMBOURG
Tél. : + 352 26 19 63 34 Fax : + 352 26 19 65 38

Technologie

Développée dans les années 70 aux Etats-Unis, la technologie des doubles vitrages à film Heat-Mirror à révolutionné l'industrie du verre.

Le principe est de tendre un ou plusieurs film à contrôle solaire faiblement émissif Heat-Mirror entre deux intercalaires, créant ainsi deux chambres isolantes dans le double vitrage.

Selon les performances recherchées, des vitrages à contrôle solaire, à faible émissivité, de sécurité, acoustique ou auto-nettoyant, peuvent être mis en oeuvre dans



l'assemblage du Heat-Mirror.

Applications

les doubles vitrages Heat-Mirror allient à la fois les fonctions de "super isolation thermique et acoustique", de protection solaire optimum, d'apport de lumière naturelle mais aussi les avantages de légèreté et d'épaisseur.

Les nombreuses configurations de verre permettent de mettre en oeuvre Heat-Mirror dans de vastes domaines d'applications :

- Baies fixes et coulissantes légères.
- Vérandas et verrières.
- Maisons passives et HQE.
- Bâtiments commerciaux et résidentiels.
- Murs rideau fins et isolants.

Les verres Heat-Mirror sont garantis 10 ans.

Contrôle solaire (FS)

Le facteur solaire indique la proportion d'énergie solaire qui passe à travers un vitrage.

Il est donc significatif du confort d'été et des économies de climatisation réalisées. Plus le coefficient est faible, plus vous êtes protégé de la chaleur.

Plein sud nous conseillons en toiture un FS ≤ à 25% et en façade un FS≤ à 54%.

Avantages

- Economie d'énergie liée à la réduction de l'utilisation abusive d'une climatisation.
- Fraîcheur assurée dans la pièce en limitant l'effet de serre pendant l'été.

Déperdition Thermique (Ug)

Le coefficient Ug indique la quantité d'énergie (Watt) qui traverse un mètre carré de verre pendant une heure, lorsque la différence de température de l'air aux deux cotés du verre est de un degré.
Il est donc significatif du confort d'hiver et des économies de chauffage réalisées. Plus le coefficient est faible, plus votre paroi est isolante.

La majorité des fabricants ne vous disent pas que la valeur Ug d'un double vitrage se dégrade lorsqu'il est incliné. Ses performances peuvent être diminuées de moitié en toiture de véranda ou dans des verrières.

Heat-Mirror est jusqu'à 3 fois plus isolant qu'un double vitrage faiblement émissif dont le Ug passe de 1.1 W/m²/°K (à la verticale) à 1.8 W/m²/°K en position inclinée.

Avantages

- Economie d'énergie liée à la réduction de l'utilisation abusive d'un chauffage.
- Chaleur confiné dans la pièce en limitant l'effet de paroi froide.
- **En position inclinée, type toiture, Heat-Mirror est jusqu'à 3 fois plus isolant qu'un double vitrage.**

Transmission Lumineuse (TL)

La transmission lumineuse (TL) est le pourcentage de lumière transmise au travers du vitrage.

Plein sud nous conseillons en toiture un TL ≤ à 30% et en façade un TL≤ à 66%.

Pour une façade passive nous recommandons une transmission lumineuse de plus de 66 %.

Avantages

- Economie occasionnée par l'absence d'une protection solaire supplémentaire (stores, brise soleil…).
- Confort visuel grâce à l'atténuation de l'éblouissement.

Réduction acoustique (Rw)

Heat-Mirror atténue naturellement les nuisances sonores (circulation, rue piétonne…).

En complément de verre acoustique Heat-Mirror atteint des niveaux de réduction acoustique imbattable.

Poids, épaisseur, dimensions…

A performance similaire, Heat-Mirror est beaucoup plus léger qu'un triple vitrage environ 10 kg/m² de moins.

Avantages

- Simplicité d'installation et de manipulation.
- Montage dans tous types de menuiserie, d'épaisseur standard.
- Taxe énergétique réduite.
- Pas de problème de casse de verre central.

Protection aux Ultraviolets (Tuv)

La transmission des Ultraviolets dans une pièce, est responsable de plus d'un quart de la détérioration et décoloration du mobilier, canapé, meubles, tapis, tableaux…

Le problème est d'autant plus vrai dans des musés, galeries d'art, librairies, où les antiquités, objets de collections, tableaux, livres doivent être protégé pendant de longues périodes.

Les vitrages à faible émissivité classiques laissent encore passer beaucoup trop d'UV provoquant des dommages rapides et irréversibles.

Les doubles vitrages isolant Heat-Mirror sont conçus pour bloquer 99.5% des rayons Ultraviolets permettant ainsi de protéger durablement vos pièces !

PRISM SARL 90, RUE DE CESSANGE L-1321 LUXEMBOURG
Tél. : + 352 26 19 63 34 Fax : + 352 26 19 65 38

Avec Heat-Mirror, privilégiez le confort et l'environnement!







Gamme de vitrage Heat-Mirror

Extrait de notre catalogue de produits, n'hésitez pas à nous contacter pour trouver une solution adaptée à vos besoins.

Produits	Application	TL %	FS %	RL %	RLi %	TED %	RE %	UV %	Ug*
Neutral 62/37	Façade	62	37	22	20	29	39	0,5	0,8
Neutral 53/29	Façade	53	29	18	19	23	23	0,5	0,5
Passif 70/53	Façade passive	66	54	14	14	43	31	0,5	0,6
Gold 25/24	Toiture	25	24	53	19	14	57	0,5	0,9
Neutral 30/20	Toiture	30	20	20	19	13	24	0,5	0,6
Neutral 12/17	Toiture Sud	12	17	27	18	6	27	0,5	0,6

* Valeur exprimée en $W/m^2/^0K$
** Calculs effectués selon les normes de l'UBAtc, TNO, EN 1279-6

PRISM SARL 90, RUE DE CESSANGE L-1321 LUXEMBOURG
Tél. : + 352 26 19 63 34 Fax : + 352 26 19 65 38

Demandez à votre installateur notre vitrage Heat-Mirror et choisissez la meilleure solution d'isolation...



N'hésitez pas à nous contacter et à visiter notre site à l'adresse www.heat-mirror.fr

HEAT MIRROR™

Contact : Tel : (+33) 1 74 31 11 14

Email : info@heat-mirror.fr

Heat-Mirror est une marque déposée par la société Southwall Technologies Inc.

Southwall Technologies is all about ***Energy*** - Conserving, Controlling & Creating. Southwall is recognized worldwide as the leading innovator in the development and manufacture of high performance, energy-saving films and glass products.
Founded in response to the oil embargo of 1973, Southwall remains committed to its mission of dramatically improving the energy efficiency of architectural and automotive glass. Today, millions of barrels of oil and millions of kW-hrs of electricity are saved in the heating and cooling of buildings and cars as a result of Southwall's energy products. In addition, the company continues to explore potential new markets that can benefit from its 25 years of energy technology innovation, ranging from plasma displays to photovoltaics.

PRISM SARL 90, RUE DE CESSANGE L-1321 LUXEMBOURG
Tél. : + 352 26 19 63 34 Fax : + 352 26 19 65 38

GRIESSER

Brise-soleil orientables de Griesser.
Metalunic®



min. 500 mm, commande par treuil
min. 700 mm, commande par moteur
max. 2800 mm

min. 440 mm
max. 4000 mm

max. 6,5 m², store individuel avec commande par treuil
max. 8 m², store individuel avec commande par moteur
max. 16 m², installations accouplées avec commande par moteur

MINERGIE® MODUL
VSR
Sonnenschutz
Protection solaire

Metalunic Sinus® est disponible en version automatisée comme module MINERGIE®.

Le brise-soleil orientable tout métal polyvalent.



Système en niche



Système sous linteau



Technique en détail

1 Système de stores autoporteur, encastré ou en saillie.
2 Fixation de chaque lame sur le dispositif mécanique latéral.
3 Chaînes de tirage et d'entraînement en acier.
4 Lèvre d'étanchéité synthétique pour un bon obscurcissement.
5 Pantographe inoxydable.
6 Chariot



Sans coulisses verticales apparentes.



Sécurité contre le relevage intégrée.



Protection des produits intégrée.

Dimensions min. et max.

bk Largeur extérieure coulisses

Minimum
- commande par treuil 500
- commande par moteur 700

Maximum 2800

Pour des constructions exposées à un fort vent et des immeubles: à étudier au cas par cas (voir indications d'exploitation).

hl Hauteur sous linteau

Minimum 440

Maximum 4000

bk × hl Surface max. admissible

Store individuel avec
- commande par treuil 6,5 m²
- commande par moteur 8 m²

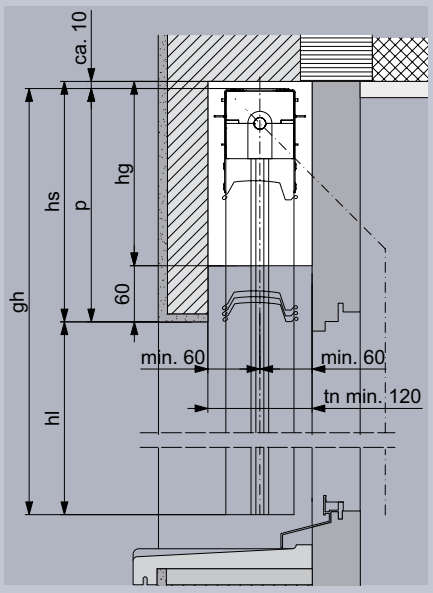
Installations accouplées
(Largeur max. 8,4 m)
- avec commande par treuil (max. 3 stores)
  2 stores par installation 5 m²
  3 stores par installation 4 m²
  Possibilité d'accoupler au max. 2 stores de chaque côté du treuil.
- avec commande par moteur (max. 4 stores) 16 m²
  Pour 3 ou 4 stores, le moteur doit être placé dans le store du milieu.

Dimensions de linteau

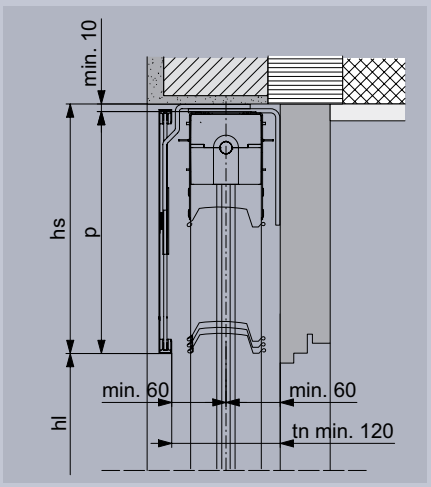
Hauteur sous linteau (hl)	Hauteur linteau (hs)
mm	mm
400-1000	270
1001-1250	285
1251-1500	310
1501-1750	340
1751-2000	365
2001-2250	390
2251-2500	420
2501-2750	445
2751-3000	470
3001-3250	500
3251-3500	525
3501-3750	550
3751-4000	580

Les dimensions de linteau sont des valeurs approximatives, pour des raisons techniques elles peuvent diverger jusqu'à la zone moins ou plus.

Coupe verticale: Exemple de linteau

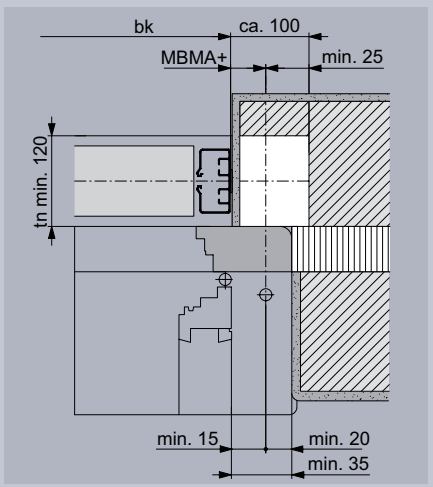


Coupe verticale: Exemple d'habillage



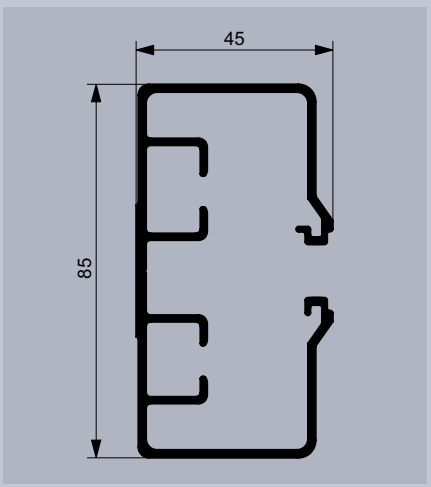
Largeur niche tn: 120 mm + éventuelle saillie de rejets d'eau ou poignées de porte. Tenir compte d'une tolérance de construction de ±5 mm pour les linteaux.

Coupe horizontale pour commande par treuil



Avec réservation (blanc) pour treuil (inutile pour commande par moteur). Selon l'angle de la sortie du treuil, augmenter tn min. dans ce domaine de 5-10 mm. MBMA+ = cote dos coulisse à l'axe de l'en-traînement; selon construction de fenêtre – min. 25 mm.

Coulisses de guidage latérales



Légende

bk = largeur extérieure coulisses
hl = hauteur sous linteau
p = hauteur paquet
gh = hauteur totale (hl + p)
hs = hauteur linteau (p + min. 10)
hg = hauteur réservation manœuvre (hs -60)
tn = largeur niche

Toutes les dimensions en mm.

Descriptif

Système de brise-soleil orientables
Construction tout métal avec lames autoporteuses. Mécanisme de traction et d'orientation intégrée dans les coulisses. Entraînement latéral avec chaîne à rouleaux en acier. Pantographe inoxydable pour l'orientation libre des lames. Angle de descente de 45° ou 70°. Montée du store en position inclinée vers l'arrière.Très bonne fonction d'obscurcissement. Sécurité contre le relevage intégrée. La protection de produit empêche la destruction du store en cas de contact avec des obstacles (hauteur max. 2250 mm).

Système de stores autoporteur
La construction de stores autoporteuse ménage l'isolation dans le linteau et réduit les frais de service. Coulisses latérales solides 85 x 45 en aluminium extrudé. Sur demande, les coulisses latérales peuvent être encastrées.

Lames
Profilé rigide résistant à la flexion avec joints en matière synthétique insonorisantes. Les lames endommagées peuvent se changer individuellement. Bombées et bordées des deux côtés, largeur 96 mm, en aluminium thermolaqué.

Coulisses latérales
En alu extrudé, 85 × 45 mm, avec mécanisme de montée et d'orientation stable au vent et patins en matière synthétique insonorisants sur les bras orientables. Anodisées incolore (ou thermolaqué contre supplément).

Traverse supérieure
En tôle d'acier galvanisée, ouvrant vers le bas.

Solution solaire
Egalement disponible avec entraînement solaire.

Couleurs

GriColors
Dans l'assortiment GriColors, vous trouvez les quatre collections Verre & Pierre, Soleil & Feu, Eau & Mousse ainsi que Terre & Bois, soit 100 teintes proposées – du blanc frais au rouge chaleureux, du bleu naturel au brun terre.

BiColor
Des brise-soleil orientables avec des accents colorés nouveaux: alors que les couleurs vives dominent à l'extérieur, une teinte claire et neutre optimise la fonction du store à l'intérieur. La couleur extérieure est visible à l'intérieur sur l'arête de bordage.
Les coulisses et la lamelle finale sont anodisées incolore (ou thermolaquées une couleur contre supplément).

Indications d'utilisation

- Par temps venteux, il faut remonter en temps utile les installations de protection solaire.
- En cas de risque de gel, l'installation ne doit pas être mise en service.
- Les installations doivent être accessibles pour les travaux d'entretien.
- Veuillez observez les fiches techniques VSR ou les notices explicatives sur EN 13659 classes de vent.

Pour plus d'informations sur nos prestations et nos produits ainsi que des conseils d'installation sont disponibles sur notre site Internet à l'adresse www.griessergroup.com







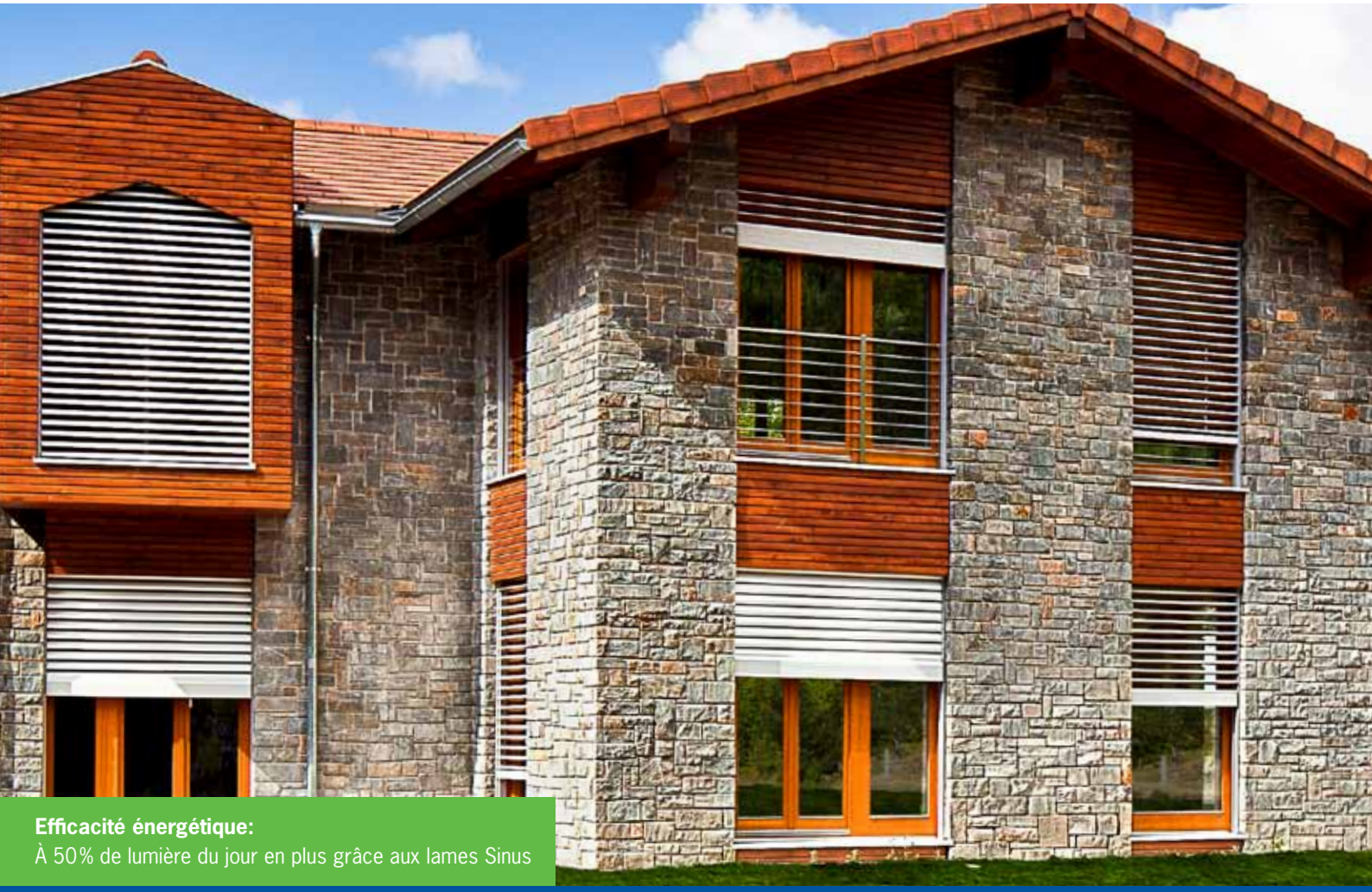
Votre partenaire

Sous réserve de tout changement

V02.12

GRIESSER

Brise-soleil orientables de Griesser.
Metalunic Sinus®



Efficacité énergétique:
À 50% de lumière du jour en plus grâce aux lames Sinus

min. 500 mm, commande par treuil
min. 700 mm, commande par moteur
max. 2800 mm

min. 440 mm
max. 4000 mm

max. 6,5 m², store individuel avec commande par treuil
max. 8 m², store individuel avec commande par moteur
max. 16 m², installations accouplées avec commande par moteur

MINERGIE® MODUL
VSR Sonnenschutz Protection solaire

Metalunic Sinus® est disponible en version automatisée comme module MINERGIE®.

Le brise-soleil orientable tout métal polyvalent.



Système en niche



Système sous linteau



Technique en détail

1 Système de stores autoporteur, encastré ou en saillie.
2 Meilleure utilisation de la lumière du jour grâce à la forme ondulée de la lame.
3 Fixation de chaque lame sur le dispositif mécanique latéral.
4 Chaînes de tirage et d'entraînement en acier.
5 Lèvre d'étanchéité synthétique pour un bon obscurcissement.
6 Pantographe inoxydable.
7 Chariot



À 50% de lumière du jour en plus grâce aux lames Sinus



Sécurité contre le relevage intégrée.



Protection des produits intégrée.

Dimensions min. et max.

bk Largeur extérieure coulisses

Minimum

– commande par treuil 500
– commande par moteur 700

Maximum 2800

Pour des constructions exposées à un fort vent et des immeubles: à étudier au cas par cas (voir indications d'exploitation).

hl Hauteur sous linteau

Minimum 440

Maximum 4000

bk × hl Surface max. admissible

Store individuel avec

– commande par treuil 6,5 m²
– commande par moteur 8 m²

Installations accouplées
(Largeur max. 8,4 m)

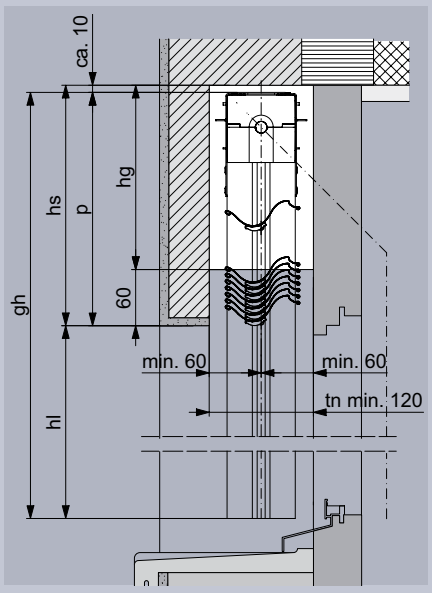
– avec commande par treuil
  (max. 3 stores)
  2 stores par installation 5 m²
  3 stores par installation 4 m²
  Possibilité d'accoupler au max. 2 stores de chaque côté du treuil.
– avec commande par moteur
  (max. 4 stores) 16 m²
  Pour 3 ou 4 stores, le moteur doit être placé dans le store du milieu.

Dimensions de linteau

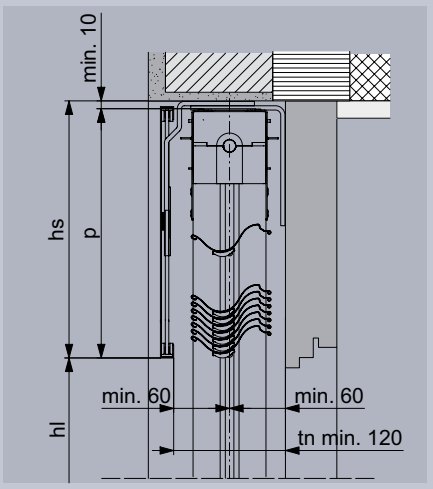
Hauteur sous linteau (hl)	Hauteur linteau (hs)
mm	mm
400-1000	270
1001-1250	285
1251-1500	310
1501-1750	340
1751-2000	365
2001-2250	390
2251-2500	420
2501-2750	445
2751-3000	470
3001-3250	500
3251-3500	525
3501-3750	550
3751-4000	580

Les dimensions de linteau sont des valeurs approximatives, pour des raisons techniques elles peuvent diverger jusqu'à la zone moins ou plus.

Coupe verticale: Exemple de linteau

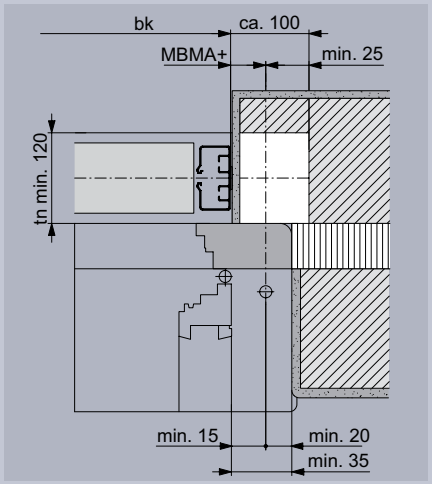


Coupe verticale: Exemple d'habillage



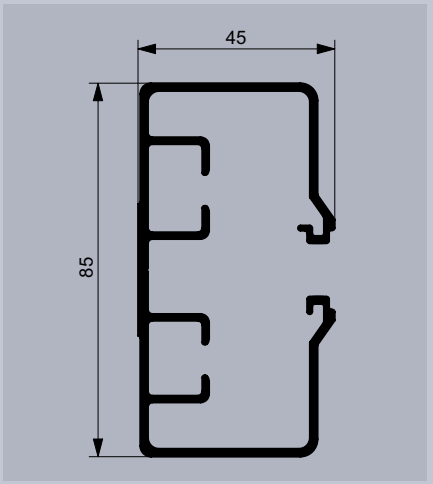
Largeur niche tn: 120 mm + éventuelle saillie de rejets d'eau ou poignées de porte. Tenir compte d'une tolérance de construction de ±5 mm pour les linteaux.

Coupe horizontale pour commande par treuil



Avec réservation (blanc) pour treuil (inutile pour commande par moteur). Selon l'angle de la sortie du treuil, augmenter tn min. dans ce domaine de 5-10 mm. MBMA+ = cote dos coulisse à l'axe de l'en-traînement; selon construction de fenêtre – min. 25 mm.

Coulisses de guidage latérales



Légende

bk = largeur extérieure coulisses
hl = hauteur sous linteau
p = hauteur paquet
gh = hauteur totale (hl + p)
hs = hauteur linteau (p + min. 10)
hg = hauteur réservation manœuvre (hs -60)
tn = largeur niche

Toutes les dimensions en mm.

Descriptif

Système de brise-soleil orientables
Construction tout métal avec lames autoporteuses. Mécanisme de traction et d'orientation intégrée dans les coulisses. Entraînement latéral avec chaîne à rouleaux en acier. Pantographe inoxydable pour l'orientation libre des lames. Angle de descente de 45° ou 70°. Montée du store en position inclinée vers l'arrière. Très bonne fonction d'obscurcissement. Sécurité contre le relevage intégrée. La protection de produit empêche la destruction du store en cas de contact avec des obstacles (hauteur max. 2250 mm).

Système de stores autoporteur
La construction de stores autoporteuse ménage l'isolation dans le linteau et réduit les frais de service. Coulisses latérales solides 85 x 45 en aluminium extrudé. Sur demande, les coulisses latérales peuvent être encastrées.

Lames
Profilé rigide résistant à la flexion avec joints en matière synthétique insonorisantes. Les lames endommagées peuvent se changer individuellement. Bombées et bordées des deux côtés, largeur 93 mm, en aluminium thermolaqué.

Coulisses latérales
En alu extrudé, 85 × 45 mm, avec mécanisme de montée et d'orientation stable au vent et patins en matière synthétique insonorisants sur les bras orientables. Anodisées incolore (ou thermolaqué contre supplément).

Traverse supérieure
En tôle d'acier galvanisée, ouvrant vers le bas.

Mise à profit de la lumière du jour
Outre son avantage esthétique, la lame Sinus permet une exploitation allant jusqu'à 50% meilleure de la lumière du jour à l'intérieur. Grâce à la forme ondulée de la lame, les rayons de lumière ne sont pas réfractés par une arête mais se reflètent mieux au plafond sans éblouir dans l'espace inférieur.

Solution solaire
Egalement disponible avec entraînement solaire.

Couleurs

GriColors
Dans l'assortiment GriColors, vous trouvez les quatre collections Verre & Pierre, Soleil & Feu, Eau & Mousse ainsi que Terre & Bois, soit 100 teintes proposées – du blanc frais au rouge chaleureux, du bleu naturel au brun terre.

BiColor
Des brise-soleil orientables avec des accents colorés nouveaux: alors que les couleurs vives dominent à l'extérieur, une teinte claire et neutre optimise la fonction du store à l'intérieur. La couleur extérieure est visible à l'intérieur sur l'arête de bordage. Les coulisses et la lamelle finale sont anodisées incolore (ou thermolaquées une couleur contre supplément).

Indications d'utilisation

- Par temps venteux, il faut remonter en temps utile les installations de protection solaire.
- En cas de risque de gel, l'installation ne doit pas être mise en service.
- Les installations doivent être accessibles pour les travaux d'entretien.
- Veuillez observez les fiches techniques VSR ou les notices explicatives sur EN 13659 classes de vent.





Votre partenaire

Sous réserve de tout changement

V02.12

Classes de vent des brise-soleil orientables Griesser

Produits	Valeurs seuil admissibles pour les classes de résistance au vent[1)]							
Largeur (mm)	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000
Metalunic®, Metalunic Sinus®	[7]	[7]	[7]	[7]	–	–	–	–
Grinotex®, Grinotex Sinus®	6	6	5	4	3	3	–	–
Lamisol® 90	6	6	6	5	5	5	3	–
Lamisol® 70	6	6	5	4	4	4	3	–
Aluflex® 80/60 avec coulisses de guidage à partir de 2500 avec câble supplémentaire	4	4	3	(3)	(3)	(3)	(3)	–
Aluflex® 80 avec câble de guidage à partir de 3000 avec câble supplémentaire	5	4	4	4	(3)	(3)	(3)	(3)
Aluflex® 60 avec câble de guidage à partir de 3000 avec câble supplémentaire	4	4	4	3	(3)	(3)	(3)	(3)
Solomatic® avec coulisses de guidage	6	6	5	5	5	5	3	–
Solomatic® avec câble de guidage à partir de 3000 avec câble supplémentaire	4	3	3	3	(2)	(2)	(2)	–
Solotec® avec coulisses de guidage	6	5	4	3	3	2	2	–
Solotec® avec câble de guidage à partir de 3000 avec câble supplémentaire	6	5	4	3	(3)	(2)	(2)	–
Solomatic R® à partir de 2400 avec guidage renforcé	5	4	4	4	4	4	–	–

[1)] Tests selon la norme de produits SN EN 13659. Valeurs seuil du produit selon la fiche technique.

[x] Pas de classe de résistance au vent selon la norme de produits, signification ci-dessous.

(x) Tests pas possibles selon la norme de produits. Valeurs provenant de propres tests/valeurs empiriques.

Les valeurs du tableau sont soumises aux réserves suivantes:

- Les dimensions et l'utilisation des produits correspondent à la fiche technique de Griesser.
- Le montage, la fixation et la commande se font selon la notice de montage et d'emploi.
- Les produits doivent être montés dans l'embrasure/directement sur la façade, avec un écartement entre tenture et façade de < 100 mm.
- Lors d'un écartement de la façade de 100 à 300 mm, la valeur du tableau doit être réduite d'une classe.
- Lors d'un écartement de la façade de 300 à 500 mm, la valeur du tableau doit être réduite de deuxième classe, au-delà le tableau ne s'applique pas.

Indication d'utilisation pour la protection du soleil automatique

Classes de résistance au vent

Classe 0	1	2	3	4	5	6	[7][1)]
< 9,0 m/s	9,0 m/s	10,7 m/s	12,8 m/s	16,7 m/s	21,0 m/s	25,6 m/s	30,0 m/s
< 32,5 km/h	32,5 km/h	38,5 km/h	46,0 km/h	60,0 km/h	76,0 km/h	92,0 km/h	105 km/h

Reglage des anémomètres, s'ils sont montés sur le produit.

[1)] Pas de classe de résistance au vent selon la norme de produits.



AGITEC green efficiency

SPACELOFT roll

$\lambda = 0.013$ W/mK
Isolation thermique à haute performance

MATÉRIAU ISOLANT HAUTE PERFORMANCE À BASE D'AÉROGEL

SPACELOFT roll est un matériau isolant souple, robuste et facile à mettre en œuvre. Il propose une solution, partout où il n'y a que peu de place pour l'isolation.

Malgré sa faible épaisseur, **SPACELOFT roll** possède d'excellentes propriétés isolantes.

En raison de sa longue durée de vie et de sa facilité d'élimination, **SPACELOFT roll** contribue efficacement à préserver notre environnement.



PROPRIÉTÉS DU PRODUIT

De quoi l'aérogel est-il composé?

3 – 5 % de matières solides (sable de quartz)
95 – 97 % d'air (diametre des pores nanométriques)
Matériau de support: fibres en polyester et de verre



- **SPACELOFT roll** a de bonnes propriétés de mise en œuvre (pliage, découpage, collage, etc.).
- **SPACELOFT roll** peut se poser comme une «moquette», car il est comme une toison.
- **SPACELOFT roll** est léger, souple et prend peu de place.
- **SPACELOFT roll**peut très bien être combiné et collé à d'autres matériaux.
- **SPACELOFT** n'est pas toxique; il est donc sans risque pour la santé.

DOMAINES D'APPLICATION

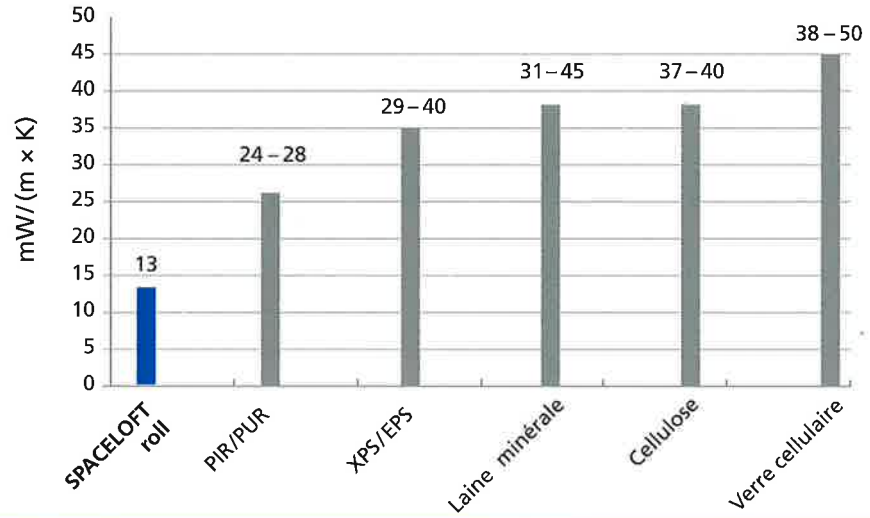
- Parois intérieures et extérieures
- Façades ventilées
- Rebords de fenêtres, embrasures de fenêtres, linteaux, niches de radiateurs
- Toits plats, terrasses
- Isolation de planchers
- Construction d'éléments en bois
- Accès aux toitures et lucarnes de toits
- Installations techniques du bâtiment

AGITEC green efficiency

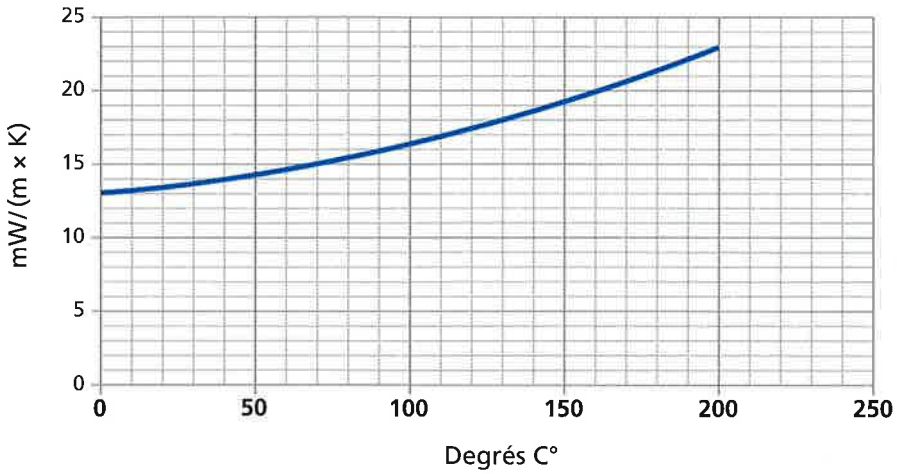
SPÉCIFICATIONS TECHNIQUES

Epaisseur du produit	d	5,10 mm
Largeur du rouleau	b	1.45 m
Conductibilité thermique mesurée selon la norme EN 12667	λ	0.0131 W/mK
Résistance à la température		-200°C bis +200°C
Poids spécifique	ρ	150 kg/m³
Résistance à la pression pour une compression de 10 %	σ_{10}	> 80 kPa
Résistance à la pression pour une compression de 25 %	σ_{25}	210 kPa
Perméabilité à la diffusion selon la norme EN 12086	μ	5.0
Absorbation d'eau selon la norme EN 1609	W_p	≤ 0.01 kg/m²
Raideur dynamique selon EN 29052-1	s'	≤ 34 MN/m³
Compressibilité (d_L-d_A) selon la norme EN 12431	c	≤ 1.2 mm
Classe d'utilisation selon la norme SIA 251		A, B, C
Capacité spécifique de stockage de chaleur à 20°C	c	954 J/kg·K
Résistance au feu selon la norme EN 13501-1		C

COMPARAISON DE COEFFICIENTS THERMIQUES



CONDUCTIVITÉ THERMIQUE



AGITEC AG
Une entreprise d'AGI AG für Isolierungen
Langwiesenstrasse 6, CH - 8108 Dällikon

Telefon: +41 44 316 63 73
Fax: +41 44 316 63 53
www.agitec.ch; info@agitec.ch

5.7 Rapport Prona – Etude de variantes acoustiques

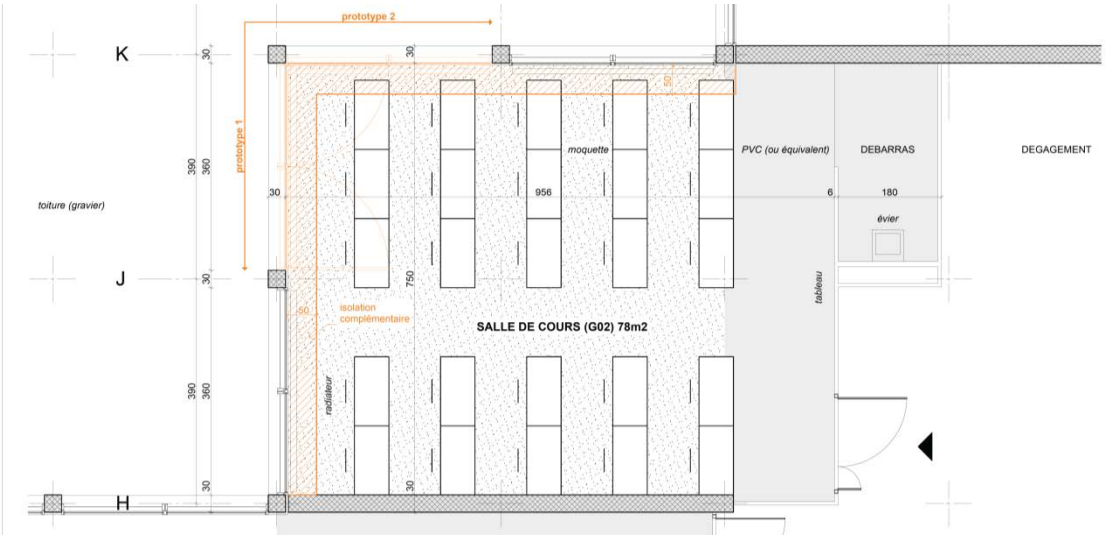
prona
environnement.sécurité

Mandat **P12208**

Yverdon-les-Bains, le 10 septembre 2012

Acoustique, HEIG-VD Yverdon-les-Bains

Etude de variantes acoustiques



Sur mandat de:

Dolci Architectes
Mme Mia Schlegel
Centre St-Roch – Rue des Pêcheurs 8
1400 Yverdon-les-Bains

Table des matières

1 But 2
2 Normes 2
3 Présentation des variantes 2
3.1 Variante de référence 3
3.2 Variante A – Panneaux chauffants 3
3.3 Variante B – Baffles cylindriques au plafond 3
4 Calcul du temps de réverbération 4
5 Proposition d'une variante supplémentaire 5
6 Discussion des résultats 5

Annexe

A1 Détails des calculs du temps de réverbération pour les trois variantes.

1 But

Le but du mandat est l'évaluation du confort acoustique d'une salle de classe témoin de la HEIG-VD et la comparaison de variantes d'aménagement des surfaces du local.

Les variantes proposées sont les suivantes :

Variante	Sol	Plafond	Parois
Référence	Moquette	Schichtex (particules de bois)	Béton / cloison légère (existant)
A	Moquette	Béton avec panneaux chauffants	Béton / cloison légère
B	Moquette	Béton avec panneaux chauffants	Correction acoustique

Une variante avec au sol une chape cirée a été écartée en cours d'étude.

2 Normes

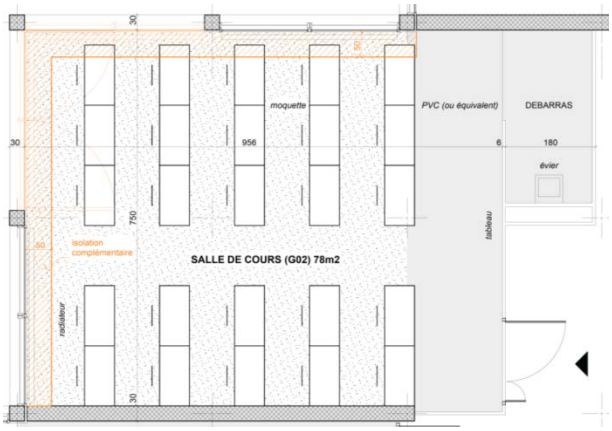
L'étude acoustique s'appuie sur la « Recommandation relative à l'acoustique des salles de classe et autres locaux destinés à la parole » de la Société suisse d'acoustique. Ce document fait référence à la norme SIA 181:2006 et la norme allemande DIN 18041.

Les exigences de la norme SIA 181:2006 portent sur le temps de réverbération de la salle occupée au moins à 80 %. Le temps de réverbération maximum T_{soll} est calculé en fonction des dimensions du local. Le temps de réverbération effectif T de la salle est calculé par octave en fonction des surfaces et des coefficients d'absorption respectifs de chaque matériau présent. Un domaine de valeurs acceptables autour de T_{soll} est défini pour chaque fréquence (voir tableaux en annexe).

3 Présentation des variantes

La variante de référence décrit l'état actuel de la salle. Pour des raisons thermiques, il est question d'enlever le faux-plafond acoustique afin de pouvoir profiter de la masse de béton comme régulateur de chaleur. Ainsi, pour les variantes A et B, le calcul considère un plafond en béton.

Les murs en béton ne seront pas non plus recouverts, également pour profiter de l'effet de régulateur thermique en été.



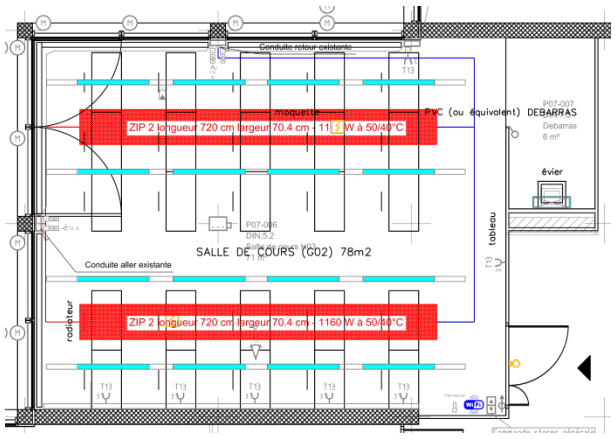
3.1 Variante de référence

La salle de cours témoin est prévue pour 25 étudiants. Le sol est recouvert de moquette, sauf à l'entrée et devant le tableau noir où un revêtement PVC est prévu. La nouvelle isolation thermique de la dalle de plafond (prévue dans le cadre de la rénovation thermique de la façade) pourra être utilisée comme surface absorbante. Son éventuel revêtement devra alors impérativement être perforé. Le débarras attenant à la salle est ouvert en permanence et pourra participer à la diminution de la réverbération.

3.2 Variante A – Panneaux chauffants

Dans la variante A, le plafond est en béton lisse. Les panneaux chauffants sont posés en applique au plafond (voir plan ci-dessous). La face visible de ces panneaux est en tôle métallique lisse.

Les murs ne sont pas modifiés pour cette variante (béton, cloisons métalliques).



3.3 Variante B – Baffles cylindriques au plafond

Pour augmenter les surfaces absorbantes sans recouvrir les surfaces en béton (murs et plafond), la variante B considère des baffles absorbants suspendus au plafond (cylindres de laine minérale). Les cylindres étant suspendus, l'énergie sonore est absorbée par toute la surface.

Résumé des variantes :

Variante	Sol	Plafond	Parois
Référence	Moquette	Schichtex (laine de bois liée au ciment)	Vitrages / Béton / cloison métallique
A	Moquette	Béton / panneaux chauffants en applique	Vitrages / Béton / cloison métallique
B	Moquette	Béton / panneaux chauffants en applique / baffles cylindriques	Vitrages / Béton / cloison métallique

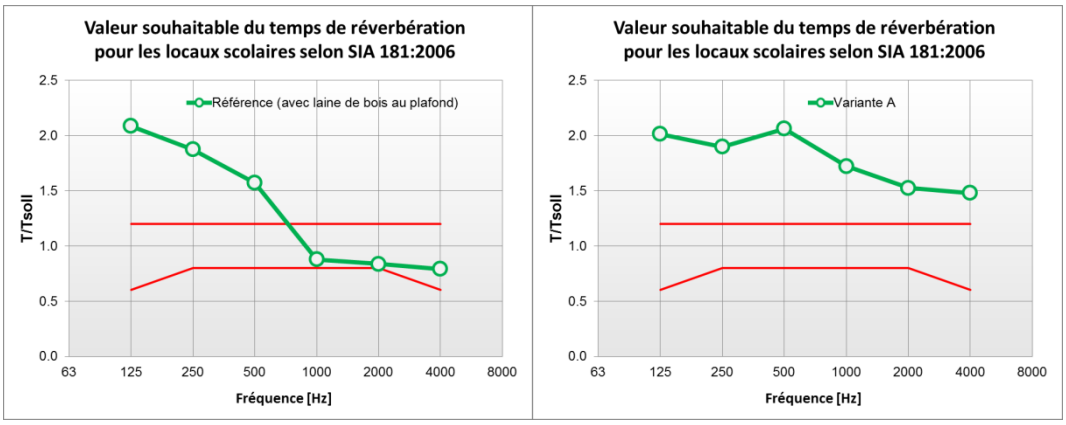
4 Calcul du temps de réverbération

L'exigence sur le temps de réverbération maximal selon la norme SIA 181:2006 est de T_{soll} = 0.59 s.

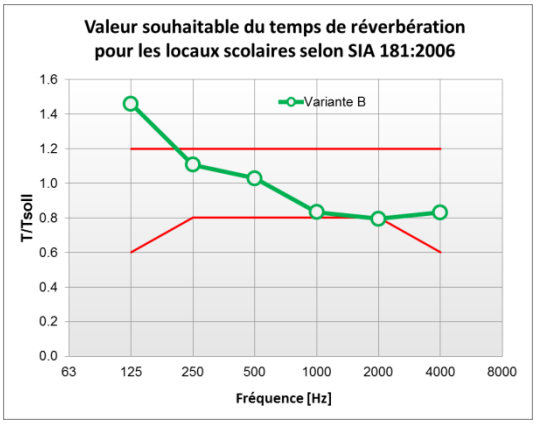
Les temps de réverbération calculés pour les trois variantes sont donnés dans le tableau suivant (voir les détails des calculs en annexe) :

Variante	T [s]	T_{soll} [s]
Référence	0.79	0.59
A	1.05	
B	**0.59**	

Le temps de réverbération de la salle de référence est déjà supérieur à la valeur souhaitée par la norme SIA 181:2006. La suppression du plafond absorbant (variante A) augmente encore d'environ 25% le temps de réverbération.



La variante B permet d'atteindre le temps de réverbération souhaité. Cependant, il est à noter que les basses fréquences ne sont pas suffisamment absorbées avec cette solution (voir graphique ci-dessous) et que le nombre de baffles pris en compte est important. En prenant comme exemple les baffles cylindriques audiotech de 23 cm de diamètre et 123 cm de long suspendus à 20 cm du plafond, il faut compter environ 36 baffles, répartis sur la longueur de la salle en 6 lignes. La place étant déjà prise pour les panneaux chauffants et les luminaires, la réalisation de cette variante est délicate.



5 Proposition d'une variante supplémentaire

Une variante C a été élaborée dans le but de trouver une solution pour diminuer la réverbération dans les basses fréquences et minimiser le nombre de baffle à suspendre au plafond. Dans cette variante, le mur en béton est recouvert de panneaux contreplaqués.

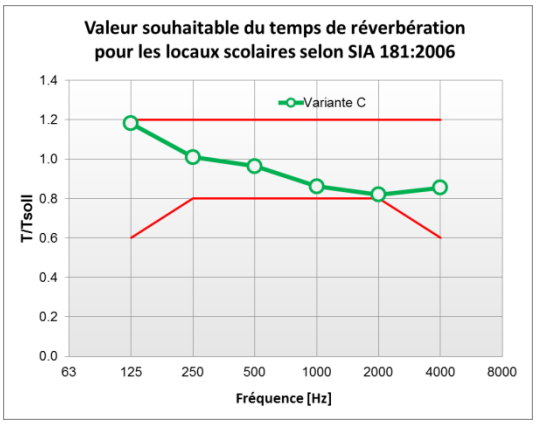
Variante supplémentaire proposée :

Variante	Sol	Plafond	Parois
C	Moquette	Béton / panneaux chauffants perforés suspendus / baffles cylindriques	Vitrages / béton / panneau contreplaqué / cloison métallique

Les différences par rapport à la variante B sont les suivantes :

- La pose d'un panneau de bois contreplaqué de 5 mm avec un vide de 5 cm contre le mur en béton permet une meilleure absorption des basses fréquences.
- L'utilisation de panneaux chauffants suspendus dont la tôle inférieure est perforée (p. exemple panneaux Carboline) diminue le besoin de baffles acoustiques.
- Vingt-cinq baffles acoustiques Ø 23 cm sur 123 cm de long suffisent.

Le temps de réverbération calculé avec la variante C est de T=**0.56** s et permet donc le respect de la norme SIA 181:2006. Les basses fréquences sont mieux absorbées (voir graphique ci-dessous), ce qui permet de diminuer le temps de réverbération à la limite supérieure du temps de réverbération souhaitable donné par la norme SIA 181:2006.



6 Discussion des résultats

Les contraintes géométriques (grandes surfaces vitrées, luminaires existants, panneaux chauffants au plafond) et de confort thermique d'été (plafond et mur en béton libres pour permettre le rayonnement thermique) laissent peu de choix pour la localisation des surfaces absorbantes.

L'étude montre, avec la variante B, que l'augmentation de la réverbération due à la suppression du plafond en laine de bois peut être compensée par la pose de 6 rangées de baffles cylindriques et l'utilisation de l'isolation thermique de la dalle comme absorbant acoustique. La variante A (sans baffles suspendues) n'est pas suffisante pour atteindre un niveau de confort équivalent à la référence. Ces trois variantes présentent cependant des temps de réverbération trop élevés dans les basses fréquences.

La variante supplémentaire C montre qu'il est possible, au prix de la couverture du mur en béton, de faire diminuer suffisamment la réverbération dans les basses fréquences. En proposant de suspendre les panneaux chauffants pour utiliser le pouvoir absorbant de leurs isolants thermiques, cette variante tire mieux parti des installations techniques prévues. De plus, il devient envisageable de suspendre toutes les installations (chauffage, baffles et éclairage) au même niveau.

L'utilisation du mur comme régulateur thermique n'est plus possible avec la variante C. Le confort thermique d'été de la salle est péjoré, mais cette variante présente un meilleur confort acoustique, en abaissant le temps de réverbération de toutes les fréquences dans le domaine souhaité pour les locaux scolaires par la norme SIA 181:2006.

Yverdon-les-Bains, le 10 septembre 2012.

Prona SA

Martin Junier
Ing. dipl. génie rural EPFL

Annexes

Caractéristiques des matériaux utilisés et détail des calculs

Les caractéristiques des matériaux utilisées dans le calcul sont données dans le tableau ci-dessous. Lorsque les caractéristiques d'un matériau précis ne sont pas disponibles, celles d'un produit similaire ou, à défaut, des valeurs génériques pour le même type de surface seront utilisées.

Les fabricants des matériaux sont donnés à titre indicatif. D'autres produits peuvent bien sûr être adoptés pour autant que leurs caractéristiques acoustiques soient similaires et que les surfaces soient respectées.

Variante	**Matériau prévu**	**Utilisé pour le calcul**	**125 Hz**	**250 Hz**	**500 Hz**	**1 kHz**	**2 kHz**	**4 kHz**
Plafond			α_s	α_s	α_s	α_s	α_s	α_s
Réf.	Schichtex (laine de bois)	Uniakustik WZ 35 mm	0.05	0.12	0.27	0.65	0.63	0.67
A / B / C	Isolation thermique couverte de tôle perforée	Tôle profilée perforée 30%	0.50	0.75	1.05	1.01	1.05	1.1
A / B	Panneau chauffant en applique	Tôle profilée lisse	0.06	0.20	0.15	0.14	0.10	0.05
B / C	Baffles acoustiques	Rockbaffles Déco 1200x300x40	0.32	0.72	0.92	0.98	1.01	0.96
C	Panneaux chauffants perforés suspendus	Panneaux métalliques perforés 10-15 %	0.40	0.70	0.85	0.95	0.95	0.80
Parois								
C	Plaquage bois à 5 cm du mur	Contreplaqué de 5 à 50 mm du mur	0.45	0.35	0.30	0.10	0.08	0.08

Calcul du coefficient moyen d'absorption du son α_s

version 1.1 07/2012 Auteur: M. Junier

Objet	HEIG-VD - Salle témoin Cloisons légères métalliques
Numéro de projet	P12208
Utilisation / N° / Etage	Salle de classe
Variante	Référence (avec laine de bois au plafond)
Dimensions du local	
Longueur	9.56 m
Largeur	7.50 m
Hauteur	3.27 m

Volume du local 234.46 m^3

Matériau / Nature	Surface [m^2]	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
		α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A
Plafond	71.70												
Uniakustik WZ 35mm (laine de bois) collé	71.70	0.05	3.6	0.12	8.6	0.27	19.4	0.65	46.6	0.63	45.2	0.67	48.0
Indéfini	0.00												
Parois	111.57												
Béton, brut	30.18	0.02	0.6	0.03	0.9	0.03	0.9	0.04	1.2	0.05	1.5	0.05	1.5
Porte en bois laquée (m)	3.52	0.10	0.4	0.08	0.3	0.06	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2
Fenêtres fermées	43.20	0.25	10.8	0.15	6.5	0.10	4.3	0.05	2.2	0.03	1.3	0.03	1.3
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	21.27	0.06	1.3	0.20	4.3	0.15	3.2	0.14	3.0	0.10	2.1	0.05	1.1
Fenêtres ouvertes, ouvertures	5.89	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	7.52	0.06	0.5	0.20	1.5	0.15	1.1	0.14	1.1	0.10	0.8	0.05	0.4
Indéfini	0.00												
Sol	71.70												
Revêtement du sol en matière plastique	14.70	0.02	0.3	0.03	0.4	0.03	0.4	0.04	0.6	0.06	0.9	0.05	0.7
Tapis jusqu'à 6 mm d'épaisseur	57.00	0.02	1.1	0.04	2.3	0.06	3.4	0.20	11.4	0.30	17.1	0.35	20.0
Personnes assises sur chaises en bois (1	25.00	0.27	6.8	0.16	4.0	0.10	2.5	0.08	2.0	0.11	2.8	0.12	3.0
Indéfini	-25.00												
Surface S_{Total} [m^2]	255.0												
Coefficient de surface $A_{total}(f)$ [m^2]			31		35		41		74		78		82
Coefficient d'absorption $\alpha_s(f) = A_{total} / S_{total}$		0.12		0.14		0.16		0.29		0.30		0.32	

Valeurs acoustiques limites et indicatives

Locaux, état d'avencement du projet		T	α_s	DL2*
Bâtiments neufs en phase de projet, procédure d'approbation des plans		(X)	X	X
Evaluation de locaux existants et prévision concernant des locaux existants en cas de rénovation	V > 1000 m^3	(X)	(X)	X
	V < 1000 m^3	X	X	-

X 1ère priorité
(X) 2ème priorité
Lorsque deux croix se trouvent sur la même ligne, la valeur peut être choisie

* Mesure selon EN ISO 11690

Justification α_s

Exigence minimale $\alpha_{s,mittel}$	0.25
Coefficient moyen d'absorption $\alpha_{s,mittel}$	**0.22**

Exigence minimale* ($\alpha_s \geq 0.25$) : Pas satisfaite

* Conformément à la directive concernant l'ordonnance 3 de la loi sur le travail, www.seco.admin.ch

Justification T

T_{soll} [s]	0.59
T [s]	**0.79**

Exigence selon SIA 181:2006 ($T \leq T_{soll}$) : Pas satisfaite

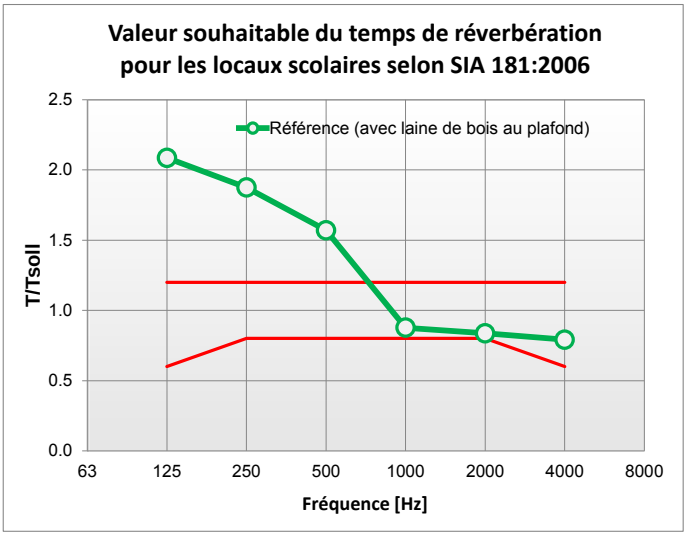
$$T_{soll} = -0.17 + 0{,}32 \lg(V / V_0)$$

$$T = 0.163(V / A)$$

Ces valeurs indicatives s'appliquent au locaux de travail prêts à être utilisés et à fonctionner

Volume du local [m^3]	Temps de réverbération max T_m *) [s]
< 50	0.5
50 - 200	0.5 - 0.8
200 - 1'000	0.8 - 1.2
1'000 - 5'000	1.2 - 1.4
5'000 - 20'000	1.4 - 1.6
> 20'000	1.6

*) Valeur moyenne dans la gamme de fréquences 125 à 4000 Hz
Limite inférieure de la gamme de volume : temps de réverbération inférieur
Limite supérieure de la gamme de volume : temps de réverbération supérieur



Calcul du coefficient moyen d'absorption du son α_s

version 1.1 07/2012 Auteur: M. Junier

Objet	HEIG-VD - Salle témoin 6 m2 isolation thermique dalle avec tôle perforée / Panneaux chauffants en applique cloisons légères métalliques
Numéro de projet	P12208
Utilisation / N° / Etage	Salle de classe
Variante	Variante A
Dimensions du local	
Longueur	9.56 m
Largeur	7.50 m
Hauteur	3.27 m

Volume du local 234.46 m^3

Matériau / Nature	Surface [m^2]	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
		α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A
Plafond	71.70												
Béton, brut	55.62	0.02	1.1	0.03	1.7	0.03	1.7	0.04	2.2	0.05	2.8	0.05	2.8
Tôles profilées perforées; murales (perfora	6.00	0.50	3.0	0.75	4.5	1.05	6.3	1.10	6.6	1.05	6.3	1.10	6.6
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	10.08	0.06	0.6	0.20	2.0	0.15	1.5	0.14	1.4	0.10	1.0	0.05	0.5
Indéfini	0.00												
Parois	111.57												
Béton, brut	30.18	0.02	0.6	0.03	0.9	0.03	0.9	0.04	1.2	0.05	1.5	0.05	1.5
Porte en bois laquée (m)	3.52	0.10	0.4	0.08	0.3	0.06	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2
Fenêtres fermées	43.20	0.25	10.8	0.15	6.5	0.10	4.3	0.05	2.2	0.03	1.3	0.03	1.3
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	21.27	0.06	1.3	0.20	4.3	0.15	3.2	0.14	3.0	0.10	2.1	0.05	1.1
Fenêtres ouvertes, ouvertures	5.89	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	7.52	0.06	0.5	0.20	1.5	0.15	1.1	0.14	1.1	0.10	0.8	0.05	0.4
	0.00												
Indéfini	0.00												
Sol	71.70												
Revêtement du sol en matière plastique	14.70	0.02	0.3	0.03	0.4	0.03	0.4	0.04	0.6	0.06	0.9	0.05	0.7
Tapis jusqu'à 6 mm d'épaisseur	57.00	0.02	1.1	0.04	2.3	0.06	3.4	0.20	11.4	0.30	17.1	0.35	20.0
Personnes assises sur chaises en bois (1	25.00	0.27	6.8	0.16	4.0	0.10	2.5	0.08	2.0	0.11	2.8	0.12	3.0
Indéfini	-25.00												
Surface S_{Total} [m^2]	255.0												
Coefficient de surface $A_{total}(f)$ [m^2]			32		34		31		38		43		44
Coefficient d'absorption $\alpha_s(f) = A_{total} / S_{total}$		0.13		0.13		0.12		0.15		0.17		0.17	

Valeurs acoustiques limites et indicatives

Locaux, état d'avencement du projet		T	α_s	DL2*
Bâtiments neufs en phase de projet, procédure d'approbation des plans		(X)	X	X
Evaluation de locaux existants et prévision concernant des locaux existants en cas de rénovation	V > 1000 m^3	(X)	(X)	X
	V < 1000 m^3	X	X	-

X 1ère priorité
(X) 2ème priorité
Lorsque deux croix se trouvent sur la même ligne, la valeur peut être choisie

* Mesure selon EN ISO 11690

Justification α_s

Exigence minimale $\alpha_{s,mittel}$	0.25
Coefficient moyen d'absorption $\alpha_{s,mittel}$	**0.15**

Exigence minimale* ($\alpha_s \geq 0.25$) : Pas satisfaite

* Conformément à la directive concernant l'ordonnance 3 de la loi sur le travail, www.seco.admin.ch

Justification T

T_{soll} [s]	0.59
T [s]	**1.05**

Exigence selon SIA 181:2006 ($T \leq T_{soll}$) : Pas satisfaite

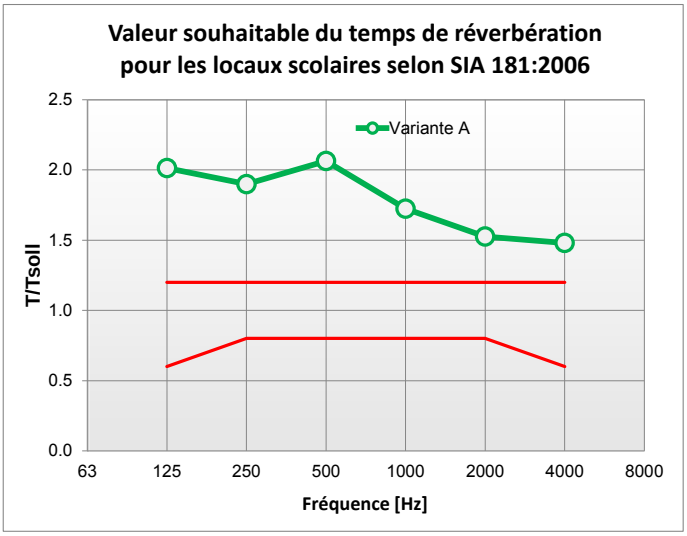
$$T_{soll} = -0.17 + 0{,}32 \lg(V / V_0)$$

$$T = 0.163(V / A)$$

Ces valeurs indicatives s'appliquent au locaux de travail prêts à être utilisés et à fonctionner

Volume du local [m^3]	Temps de réverbération max T_m *) [s]
< 50	0.5
50 - 200	0.5 - 0.8
200 - 1'000	0.8 - 1.2
1'000 - 5'000	1.2 - 1.4
5'000 - 20'000	1.4 - 1.6
> 20'000	1.6

*) Valeur moyenne dans la gamme de fréquences 125 à 4000 Hz
Limite inférieure de la gamme de volume : temps de réverbération inférieur
Limite supérieure de la gamme de volume : temps de réverbération supérieur



Calcul du coefficient moyen d'absorption du son α_s

version 1.1 07/2012 Auteur: M. Junier

Objet	HEIG-VD - Salle témoin
Numéro de projet	P12208
Utilisation / N° / Etage	Salle de classe
Variante	Variante B
Dimensions du local	
Longueur	9.56 m
Largeur	7.50 m
Hauteur	3.27 m
Volume du local	234.46 m^3

Matériau / Nature	Surface [m^2]	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
		α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A
Plafond	71.70												
Béton, brut	55.62	0.02	1.1	0.03	1.7	0.03	1.7	0.04	2.2	0.05	2.8	0.05	2.8
Tôles profilées perforées; murales (perfora	6.00	0.50	3.0	0.75	4.5	1.05	6.3	1.10	6.6	1.05	6.3	1.10	6.6
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	10.08	0.06	0.6	0.20	2.0	0.15	1.5	0.14	1.4	0.10	1.0	0.05	0.5
Baffle cylindrique audiotech d=23 cm l=12:	36.00	0.34	12.2	0.68	24.5	0.88	31.7	1.12	40.3	1.09	39.2	0.95	34.2
Indéfini	-36.00												
Parois	111.57												
Béton, brut	30.18	0.02	0.6	0.03	0.9	0.03	0.9	0.04	1.2	0.05	1.5	0.05	1.5
Porte en bois laquée (m)	3.52	0.10	0.4	0.08	0.3	0.06	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2
Fenêtres fermées	43.20	0.25	10.8	0.15	6.5	0.10	4.3	0.05	2.2	0.03	1.3	0.03	1.3
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	21.27	0.06	1.3	0.20	4.3	0.15	3.2	0.14	3.0	0.10	2.1	0.05	1.1
Fenêtres ouvertes, ouvertures	5.89	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	7.52	0.06	0.5	0.20	1.5	0.15	1.1	0.14	1.1	0.10	0.8	0.05	0.4
Indéfini	0.00												
Sol	71.70												
Revêtement du sol en matière plastique	14.70	0.02	0.3	0.03	0.4	0.03	0.4	0.04	0.6	0.06	0.9	0.05	0.7
Tapis jusqu'à 6 mm d'épaisseur	57.00	0.02	1.1	0.04	2.3	0.06	3.4	0.20	11.4	0.30	17.1	0.35	20.0
Personnes assises sur chaises en bois (1	25.00	0.27	6.8	0.16	4.0	0.10	2.5	0.08	2.0	0.11	2.8	0.12	3.0
Indéfini	-25.00												
Surface S_{Total} [m^2]	255.0												
Coefficient de surface $A_{total}(f)$ [m^2]			45		59		63		78		82		78
Coefficient d'absorption $\alpha_s(f) = A_{total} / S_{total}$		0.17		0.23		0.25		0.31		0.32		0.31	

Valeurs acoustiques limites et indicatives

Locaux, état d'avencement du projet		T	α_s	DL2*
Bâtiments neufs en phase de projet, procédure d'approbation des plans		(X)	X	X
Evaluation de locaux existants et prévision concernant des locaux existants en cas de rénovation	V > 1000 m^3	(X)	(X)	X
	V < 1000 m^3	X	X	-

X 1ère priorité
(X) 2ème priorité
Lorsque deux croix se trouvent sur la même ligne, la valeur peut être choisie

* Mesure selon EN ISO 11690

Justification α_s

Exigence minimale $\alpha_{s,mittel}$	0.25
Coefficient moyen d'absorption $\alpha_{s,mittel}$	**0.26**

Exigence minimale* ($\alpha_s \geq 0.25$) : Satisfaite

* Conformément à la directive concernant l'ordonnance 3 de la loi sur le travail, www.seco.admin.ch

Justification T

T_{soll} [s]	0.59
T [s]	**0.59**

Exigence selon SIA 181:2006 ($T \leq T_{soll}$) : Satisfaite

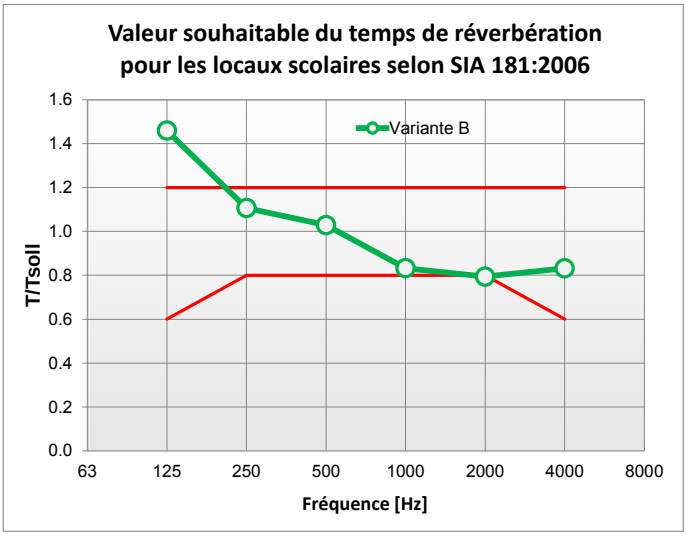
$$T_{soll} = -0.17 + 0{,}32 \lg(V / V_0)$$

$$T = 0.163(V / A)$$

Ces valeurs indicatives s'appliquent au locaux de travail prêts à être utilisés et à fonctionner

Volume du local [m^3]	Temps de réverbération max T_m *) [s]
< 50	0.5
50 - 200	0.5 - 0.8
200 - 1'000	0.8 - 1.2
1'000 - 5'000	1.2 - 1.4
5'000 - 20'000	1.4 - 1.6
> 20'000	1.6

*) Valeur moyenne dans la gamme de fréquences 125 à 4000 Hz
Limite inférieure de la gamme de volume : temps de réverbération inférieur
Limite supérieure de la gamme de volume : temps de réverbération supérieur



Calcul du coefficient moyen d'absorption du son α_s

version 1.1 07/2012 Auteur: M. Junier

Objet	HEIG-VD - Salle témoin Baffles verticales / panneau bois
Numéro de projet	P12208
Utilisation / N° / Etage	Salle de classe
Variante	Variante C
Dimensions du local	
Longueur	9.56 m
Largeur	7.50 m
Hauteur	3.27 m

Volume du local 234.46 m^3

Matériau / Nature	Surface [m^2]	125 Hz		250 Hz		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz		4000 Hz	
		α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A	α_S	A
Plafond	71.70												
Béton, brut	55.62	0.02	1.1	0.03	1.7	0.03	1.7	0.04	2.2	0.05	2.8	0.05	2.8
Tôles profilées perforées; murales (perfora	6.00	0.50	3.0	0.75	4.5	1.05	6.3	1.10	6.6	1.05	6.3	1.10	6.6
Panneaux métalliques perforés (perforatior	10.08	0.40	4.0	0.70	7.1	0.85	8.6	0.95	9.6	0.95	9.6	0.80	8.1
Baffle cylindrique audiotech d=23 cm l=12:	25.00	0.34	8.5	0.68	17.0	0.88	22.0	1.12	28.0	1.09	27.3	0.95	23.8
Indéfini	-25.00												
Parois	111.57												
Béton, brut	5.18	0.02	0.1	0.03	0.2	0.03	0.2	0.04	0.2	0.05	0.3	0.05	0.3
Porte en bois laquée (m)	3.52	0.10	0.4	0.08	0.3	0.06	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2	0.05	0.2
Fenêtres fermées	43.20	0.25	10.8	0.15	6.5	0.10	4.3	0.05	2.2	0.03	1.3	0.03	1.3
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	21.27	0.06	1.3	0.20	4.3	0.15	3.2	0.14	3.0	0.10	2.1	0.05	1.1
Fenêtres ouvertes, ouvertures	5.89	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9	1.00	5.9
Tôles profilées lisses (murales et de plafor	7.52	0.06	0.5	0.20	1.5	0.15	1.1	0.14	1.1	0.10	0.8	0.05	0.4
Contreplaqué de 5 à 50 mm du mur	25.00	0.45	11.3	0.35	8.8	0.30	7.5	0.10	2.5	0.08	2.0	0.08	2.0
Indéfini	0.00												
Sol	71.70												
Revêtement du sol en matière plastique	14.70	0.02	0.3	0.03	0.4	0.03	0.4	0.04	0.6	0.06	0.9	0.05	0.7
Tapis jusqu'à 6 mm d'épaisseur	57.00	0.02	1.1	0.04	2.3	0.06	3.4	0.20	11.4	0.30	17.1	0.35	20.0
Personnes assises sur chaises en bois (1	25.00	0.27	6.8	0.16	4.0	0.10	2.5	0.08	2.0	0.11	2.8	0.12	3.0
Indéfini	-25.00												
Surface S_{Total} [m^2]	255.0												
Coefficient de surface $A_{total}(f)$ [m^2]			55		64		67		75		79		76
Coefficient d'absorption $\alpha_s(f) = A_{total} / S_{total}$		0.22		0.25		0.26		0.30		0.31		0.30	

Valeurs acoustiques limites et indicatives

Locaux, état d'avencement du projet		T	α_s	DL2*
Bâtiments neufs en phase de projet, procédure d'approbation des plans		(X)	X	X
Evaluation de locaux existants et prévision concernant des locaux existants en cas de rénovation	V > 1000 m^3	(X)	(X)	X
	V < 1000 m^3	X	X	-

X 1ère priorité
(X) 2ème priorité
Lorsque deux croix se trouvent sur la même ligne, la valeur peut être choisie

* Mesure selon EN ISO 11690

Justification α_s

Exigence minimale $\alpha_{s,mittel}$	0.25
Coefficient moyen d'absorption $\alpha_{s,mittel}$	**0.27**

Exigence minimale* ($\alpha_s \geq 0.25$) : Satisfaite

* Conformément à la directive concernant l'ordonnance 3 de la loi sur le travail, www.seco.admin.ch

Justification T

T_{soll} [s]	0.59
T [s]	**0.56**

Exigence selon SIA 181:2006 ($T \leq T_{soll}$) : Satisfaite

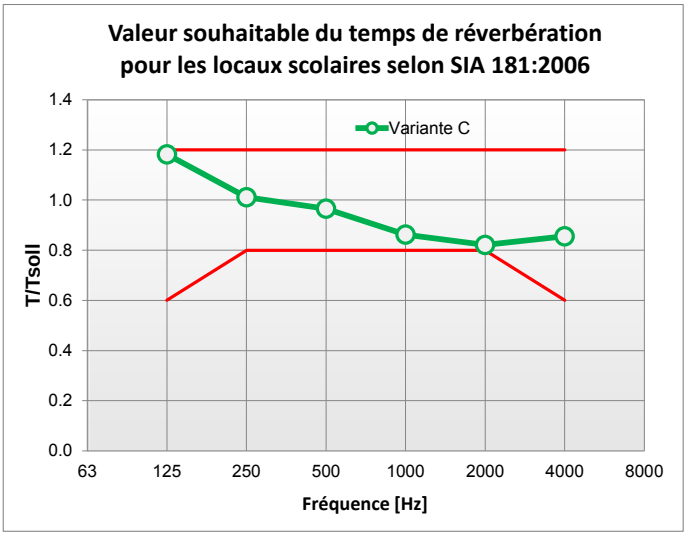
$$T_{soll} = -0.17 + 0{,}32 \lg(V / V_0)$$

$$T = 0.163(V / A)$$

Ces valeurs indicatives s'appliquent au locaux de travail prêts à être utilisés et à fonctionner

Volume du local [m^3]	Temps de réverbération max T_m *) [s]
< 50	0.5
50 - 200	0.5 - 0.8
200 - 1'000	0.8 - 1.2
1'000 - 5'000	1.2 - 1.4
5'000 - 20'000	1.4 - 1.6
> 20'000	1.6

*) Valeur moyenne dans la gamme de fréquences 125 à 4000 Hz
Limite inférieure de la gamme de volume : temps de réverbération inférieur
Limite supérieure de la gamme de volume : temps de réverbération supérieur



5.8 Evaluation patrimoniale

Canton de Vaud
Département des finances et des relations extérieures (DFIRE)
Service Immeubles, Patrimoine et Logistique (SIPAL)

La Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud

Claude Paillard et Peter Leemann architectes,1965-1975

Évaluation patrimoniale



Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Faculté de l'Environnement Naturel Architectural et Construit
Institut d'Architecture

Laboratoire des Techniques et de la Sauvegarde de l'Architecture Moderne

Franz Graf directeur
Mélanie Delaune Perrin
Giulia Marino

Juillet 2012

RAPPORT FINAL

Étude sur mandat de :

Canton de Vaud
Département des finances et des relations extérieures (DFIRE)
Service Immeubles, Patrimoine et Logistique (SIPAL)

EPFL-ENAC-IA-TSAM
Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
Faculté de l'Environnement Naturel Architectural et Construit
Institut d'Architecture

Laboratoire des **T**echniques et de la **S**auvegarde de l'**A**rchitecture **M**oderne

Franz Graf architecte et professeur EPFL, directeur
Mélanie Delaune Perrin historienne de l'art, collaboratrice
Giulia Marino architecte, collaboratrice

Bâtiment BP 4127
Station 16
CH-1015 Lausanne
Tél. 021.693.32.44

franz.graf@epfl.ch
melanie.delauneperrin@epfl.ch
giulia.marino@epfl.ch

Haute école d’ingénierie et de gestion du canton de Vaud

Claude Paillard et Peter Leemann architectes
1965-1975
Route de Cheseaux 1
1401 Yverdon-les-Bains

TABLE DE MATIERES

INTRODUCTION

I - ETUDE HISTORIQUE

I.1 « Un brin d'histoire » : pourquoi un Technicum à Yverdon.....9

I.2 Un concours à deux tours.....10

II - EVALUATION DE LA VALEUR PATRIMONIALE

II.1 Les qualités architecturales et l'intégration au site.....23

II.1.a De terrasses en décrochements

II.1.b Le « Ballet mécanique » de Maurice Ruche

II.2 La matérialité.....45

II.2.a « 60+60+60 » : le tracé régulateur de l'ensemble

II.2.b De la structure porteuse aux enveloppes : « Tout en béton ! »

II.2.c Les enveloppes transparentes : les modules en verre et métal

II.3 Le caractère d'unicité ou représentativité de l'édifice.....59

II.3.a L'Ecole technique d'Yverdon ou le témoin d'une transition architecturale

II.4 L'authenticité de l'édifice.....67

II.4.a Les bétons

II.4.b Les enveloppes vitrées

II.4.c Les intérieurs et les finitions

II.4.d Confort des utilisateurs

II.5 L'importance de sa construction.....73

II.5.a Une critique unanime, un Prix Béton et une Distinction vaudoise pour un « magnifique ouvrage »

III - CONCLUSIONS

III.1 La valeur patrimoniale.....79

III.2 Les stratégies « d'assainissement énergétique ».....81

III.2.a Quelle option pour les enveloppes du Technicum d'Yverdon ?

III.2.b Les ouvrants

III.2.c La partition des façades

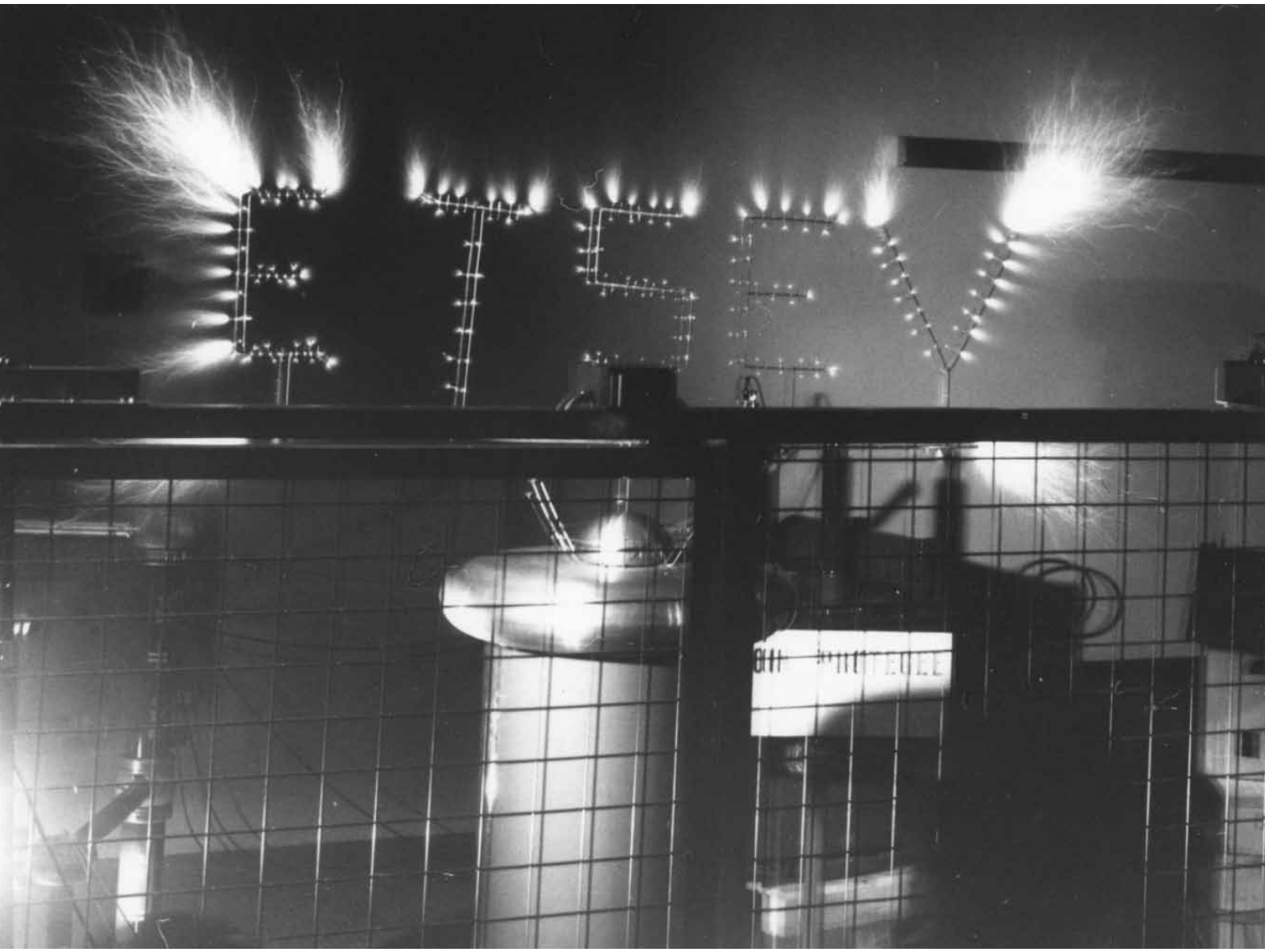
III.2.d Les travaux 'induits'

III.2.e La « reconstruction à l'identique »

ANNEXES

Bibliographie, sources et contacts 94

Publications réprésentatives 99



Animation réalisée par des étudiants en 1977 (Archives HEIG)

INTRODUCTION

« Aujourd'hui, l'ETSEV est sans contredit, l'un des plus grands et des plus modernes établissement d'enseignement supérieur de notre pays. Le beau rêve longtemps caressé, et que beaucoup croyaient irréalisable est maintenant chose faite et bien faite. L'ETSEV marque une étape dans l'histoire des réalisations vaudoises. »[1] Le nouveau Technicum du canton de Vaud, a effectivement su d'emblée se faire remarquer et est publié dans la majorité des revues suisses d'architecture dès son accomplissement, tant pour la modernité de son équipement que pour la qualité de son architecture. Cette pièce majeure de la production d'établissements scolaires supérieurs en Suisse, s'est d'ailleurs vue attribuer le *Prix Architecture béton 81* ainsi que la *Distinction vaudoise d'architecture* en 1985, confortant sa renommée et ses caractéristiques singulières, relayées, non sans fierté, dans la presse locale dès sa réalisation.

Le bâtiment fait aujourd'hui l'objet d'un projet d'agrandissement et de rénovation, conçu dans le cadre de la stratégie d'assainissement énergétique du patrimoine bâti du canton Vaud. Les interventions sur le bâtiment d'origine, visant à en améliorer les performances thermiques, sont concentrées en priorité sur les enveloppes légères. Celles-ci, constituées à l'origine par des profils métalliques et des éléments de remplissage en verre double isolant, feront l'objet d'un remplacement par des nouvelles menuiseries s'approchant le plus possible des éléments existants au niveau des teintes, des dimensions et des caractéristiques constructives. En prévision du projet d'exécution, le Département des infrastructures du Service des immeubles, Patrimoine et Logistique du canton de Vaud a confié au professeur Franz Graf, directeur du Laboratoire des Techniques et de la Sauvegarde de l'Architecture Moderne (TSAM) au sein de l'EPFL-ENAC, une étude ciblée. Cette dernière a pour but de définir la valeur patrimoniale du bâtiment de l'HEIG-VD en cernant les caractéristiques significatives du projet d'origine.

Si le TSAM ne comptait pas se prononcer sur le projet de rénovation en cours d'élaboration dans un premier temps, il s'est néanmoins avéré lors de l'étude approfondie du bâtiment, qu'un certain nombre de mesures annoncées dans l'avant-projet méritait d'être analysé plus en détails. En effet, cette étude se déroule en cours de projet, suite à une demande précise du canton, et donc justifie une approche plus opérationnelle. Bien que pour déployer toute son efficacité ce type de recherche devrait être confié en amont des interventions déjà projetées dans ce cas précis, la présente étude est conçue comme un outil de décision pour le maître de l'ouvrage, afin de permettre des choix sereins et responsables quant aux divers aspects du projet de rénovation des façades que le canton

1 Extrait d'un document de G. Thalmann, directeur de l'ETSEV, daté de 1976, destiné au chef de département à l'occasion de l'inauguration de l'ETSEV, contenant des éléments d'information pour son allocution. Classeur « Divers », archives HEIG, Yverdon.

entend entreprendre. Cela concerne tout particulièrement les enveloppes du bâtiment, par la définition des caractéristiques du bâtiment d'origine qui méritent d'être maintenues lors de la rénovation.

L'étude est construite sur la base de deux chapitres distincts, à savoir, l'historique succinct du bâtiment ainsi que la définition de la valeur patrimoniale du bâtiment, effectuée selon la notation et les critères énoncés dans les *Directives concernant les techniques de Recensement architectural* du canton de Vaud. En guise de conclusion, quelques remarques sur les stratégies d'intervention proposées pourront permettre aux acteurs de la rénovation programmée de prendre des décisions équilibrées où convergent à la fois préoccupations patrimoniales, financières et énergétiques.

ETUDE HISTORIQUE

I.1 « Un brin d'histoire »[1] : pourquoi un Technicum à Yverdon ?

Alors que l'école polytechnique fédérale de Zurich ouvrait ses portes en 1855, la Suisse alémanique pouvait non seulement se targuer de disposer d'une telle structure de formation universitaire mais également d'afficher dès la seconde deuxième moitié du XIX[e] siècle l'ouverture des premières écoles techniques supérieures ou Technicums, dispensant une solide formation professionnelle. Ces établissements d'enseignement de degré tertiaire soutenus par la Confédération, donnaient accès à des professions techniques exigeantes mais qui ne supposaient pas d'études supérieures. En acquérant des connaissances théoriques et pratiques en mathématiques, sciences naturelles, ingénierie, construction et architecture, les futurs ingénieurs-techniciens allaient pouvoir s'engager dans la fabrication et le développement industriel du pays. C'est en effet à Winterthur que le premier Technicum s'érigea en 1874, suivi de Bienne (1890), Berthoud (1892) puis de Fribourg (1896). Genève devra attendre le passage au XX[e] siècle (1901) pour qu'une école de ce type voie le jour. Ce n'est réellement qu'après la seconde guerre mondiale, au moment où le besoin croissant d'ingénieurs-techniciens se manifesta en regard de la croissance économique grandissante, que de nouveaux Technicums furent créés sur l'ensemble du territoire Suisse : Lugano-Trevano (1950), Lausanne (1956), Lucerne (1957), Muttenz (1963), Brugg-Windisch (1965), Buchs (SG, 1968), Le Locle (1971), Lausanne (école suisse d'ingénieurs des industries graphiques et de l'emballage, 1972) et Rapperswil (SG, 1972)[2].

Dans le canton de Vaud, bien que la nécessité d'ouvrir un tel établissement ait été énoncée dès 1898 et sa création même votée en 1900 par le Grand Conseil, l'hésitation d'un gouvernement trop prudent en matière de déficits budgétaires, suivie de deux conflits mondiaux entrecoupés d'une crise économique, finirent par reléguer son ouverture à un lointain avenir. La région bénéficiant néanmoins du développement économique de l'après-guerre, l'insuffisance en cadres techniques se fit ressentir et l'industrie vaudoise commença à déplorer l'absence d'une structure où de tels cadres pourraient être formés. Ce n'est qu'en 1953, sur l'impulsion du député André Martin que la demande de sa création fut réitérée et timidement acceptée en 1956 avec l'ouverture d'une modeste section d'électronique à l'Ecole des métiers de la Ville de Lausanne – l'électronique n'étant alors enseignée dans aucun Technicum suisse. Démarrant avec onze étudiants, l'essor de ce Technicum du soir, ne se fit pas attendre, en grande partie dû à l'implication de son doyen, puis directeur Georges Thalmann qui dirigea l'école jusqu'en 1986 et y jouera un rôle fondamental. De nouvelles

1 Titre donné à l'un des passages de l'exposé de M. Miauton, chef du Service de la formation professionnelle, tenu le 3 avril 1963 lors de l'assemblée générale de la Chambre vaudoise des métiers et consacré à la création du nouveau Technicum d'Yverdon.

2 L'ensemble des dates de création des différentes écoles énoncées dans ce chapitre provient du *Dictionnaire historique de la Suisse*.

sections furent ouvertes et le nombre d'étudiants augmenta sans cesse (atteignant 276 en 1975), obligeant l'établissement à se disperser dans plusieurs immeubles dès les années 1960. Bien que la construction d'un nouveau bâtiment ait été décidée en 1963 et fixée à Yverdon, au cœur de ce Nord vaudois alors en pleine expansion industrielle – en affirmant par la même occasion la tendance en faveur d'une décentralisation des institutions d'enseignement[3] –, ce « Technicum d'appartements », avec ses laboratoires disséminés à Lausanne dans pas moins de neuf bâtiments répartis sur trois sites, dû s'armer de patience avant d'intégrer le nouvel établissement. En effet, dix ans s'écoulèrent entre l'ouverture du concours en 1965 à l'intégration des nouveaux locaux (1975).[4] Durant ce laps de temps, l'école eut d'ailleurs tout le loisir de changer d'appellation au gré des modifications légales qui s'opérèrent dans le champ de la formation professionnelle, jouant d'acronymes divers et variés jusqu'à une période récente : de Technicum cantonal vaudois (TCV, 1956), elle passa ensuite à Technicum cantonal vaudois - Ecole technique supérieure (TCV-ETS, 1965) qui décernait dorénavant des diplômes d'ingénieurs-techniciens ETS. Afin d'éviter toutes confusions avec les établissements formant des techniciens, le TCV-ETS devint Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV, 1969) avant que le Conseil d'Etat ne la rebaptisa Ecole d'ingénieurs de l'Etat de Vaud (EINEV, 1979). En 1998, le regroupement des trois écoles d'ingénieurs vaudoises (Ecole d'ingénieurs de Lausanne (EIL), Ecole suisse d'ingénieurs des industries graphique et de l'emballage (ESIG+), Ecole d'ingénieurs de l'Etat de Vaud (EINEV)) entraîna une nouvelle appellation : Ecole d'ingénieurs du Canton de Vaud (EIVD). Au même moment, elle devint membre de la Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale (HES-SO) et acquit un statut équivalent à celui d'une université. Collaborant depuis plusieurs années avec la Haute école de gestion du Canton de Vaud (HEG-Vd), ces deux écoles ont été regroupées sur le même site et forment désormais la Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD).

I.2 Un concours à deux tours

Ouvert le 30 octobre 1965 et organisé par l'Etat de Vaud, le concours pour la réalisation du Technicum cantonal vaudois à Yverdon était réservé aux architectes vaudois et suisses domiciliés dans le canton de Vaud. Projeté sur l'ancien domaine de Champittet, au nord-est d'Yverdon, le programme très fourni d'un tel établissement impliquait trois principes majeurs que les concurrents étaient invités à suivre : une implantation dans une zone

3 A l'époque, cette décentralisation avait déjà fait ses preuves dans les cantons de Zurich et Berne, où les Technicums du soir demeuraient dans les chefs-lieux tandis que ceux de jour avaient été ouverts à Winterthur pour Zurich et à Bienne, Saint-Imier et Burgdorf pour Berne. Il en allait de même pour Neuchâtel qui répartissait ses sections entre Le Locle et La Chaux-de-Fonds ainsi que pour l'Argovie et Saint-Gall qui projetaient au même moment de nouvelles réalisations, respectivement à Brugg-Windisch et Rapperswil.

4 Pour de plus amples informations sur la genèse du Technicum d'Yverdon, voir les plaquettes de présentation de l'école : J. Hugli et J.-CL. Reymond, *Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud*, publiée peu après l'inauguration de l'école en 1976 et EINEV, *EINEV 1956-1981*, Yverdon, 1982. Archives HEIG.

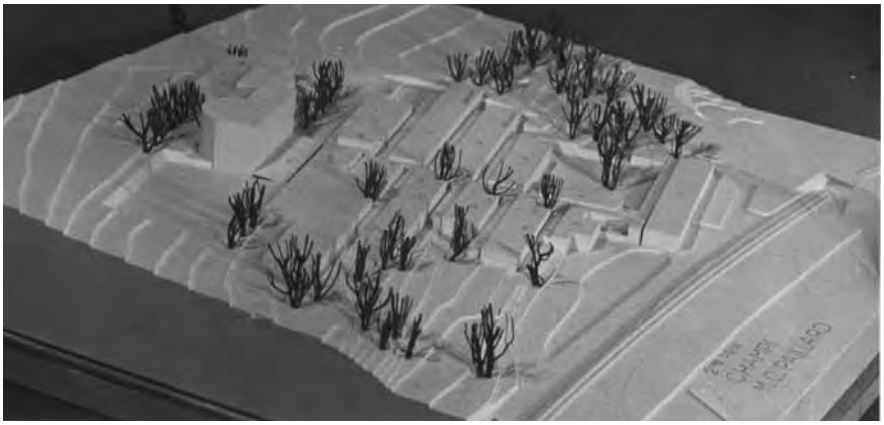
délimitée avec le désir de conserver au moins un des trois chênes existants sur le terrain mis gratuitement à la disposition de l'école par la commune d'Yverdon ; une économie de projet tant au niveau de l'implantation que de la conception rationnelle de la construction, associé à la possibilité d'une flexibilité dans la conception du projet en vue d'une extension future ; une organisation du Technicum en plusieurs bâtiments, reliés entre eux, et correspondant aux divers types d'enseignement dispensés et aux divisions qui en découlent[5]. Mécanique, électrotechnique, électronique, génie civil et rural allaient figurer à l'emploi du temps des 500 élèves attendus dans cet établissement. Sur cette base, la future réalisation devait comporter les espaces suivants:

a. Tronc commun : 19 salles de cours, 2 salles de dessin technique, auditoire général, auditoires, salles de préparation et laboratoires pour l'enseignement de la physique, de la chimie, de la mécanique et de l'électrotechnique, laboratoire de langue
b. Division de mécanique
c. Division d'électronique et d'électrotechnique
d. Division de génie civil et de génie rural
e. Administration et salle des maîtres : bureau du directeur avec salles de conférences, secrétariat, réception, salle d'attente, parloir, local pour machines de bureau, centrale téléphonique, local d'archives, infirmerie, salle des maîtres, bibliothèque et salle de lecture pour les maîtres, bibliothèque et salle de lecture pour les élèves, salle de travail pour les maîtres.
f. Aula
g. Salle de gymnastique et douches
h. Réfectoires, cuisine, appartement du concierge

De nombreux locaux spéciaux étaient également requis, nécessaires aux différentes divisions techniques de l'école, et la nomenclature des espaces comprenait plus d'une centaine de locaux à intégrer dans la composition. Le 18 mai 1966, date de la clôture du concours, 38 projets de bureaux lausannois en majorité, furent présentés au jury[6] qui décerna un prix aux auteurs des sept premiers projets :

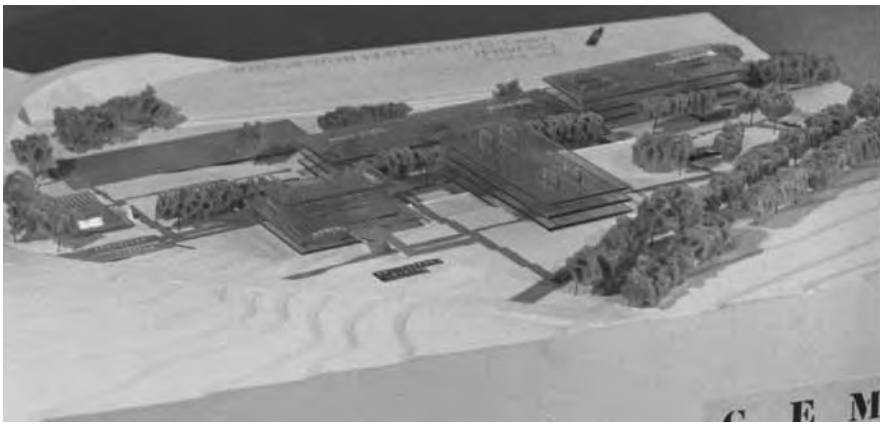
1er prix : Frédéric Brugger, architecte, Lausanne
2e prix : Claude Paillard, architecte, Zurich
3e prix : Daniel Gudit & Marc Vogel, architectes, Yverdon
4e prix : Jean-Daniel Urech, architecte en collaboration avec Mario Bevilacqua, architecte, Lausanne
5e prix : Henry Collomb, architecte, Lausanne
6e prix : André Duvoisin, architecte, Yverdon en collaboration avec Hansjörg Zentner, architecte, Lausanne
7e prix : Frank et Aldo Dolci, architectes, Yverdon

5 Voir Etat de Vaud, *Concours public de projets pour l'étude des plans d'un Technicum cantonal vaudois Ecole technique supérieure sur le terrain de la Villette à Yverdon, Règlement*, Classeur « Exposé nouveau bâtiment », Archives HEIG.
6 Composé de J.-P. Cahen, architecte, président; Ch.-Ed. Geisendorf, architecte et professeur à l'EPFZ ; B. Huber, architecte ; J.-P. Merz, architecte ; A. Martin, syndic d'Yverdon ; A. Corbaz, chef du Service de la formation professionnelle ; G. Thalmann, ingénieur, doyen du Technicum vaudois. Suppléants : M. Perrin, municipal, directeur des travaux, Yverdon et R. Rouilly, architecte de la ville d'Yverdon.





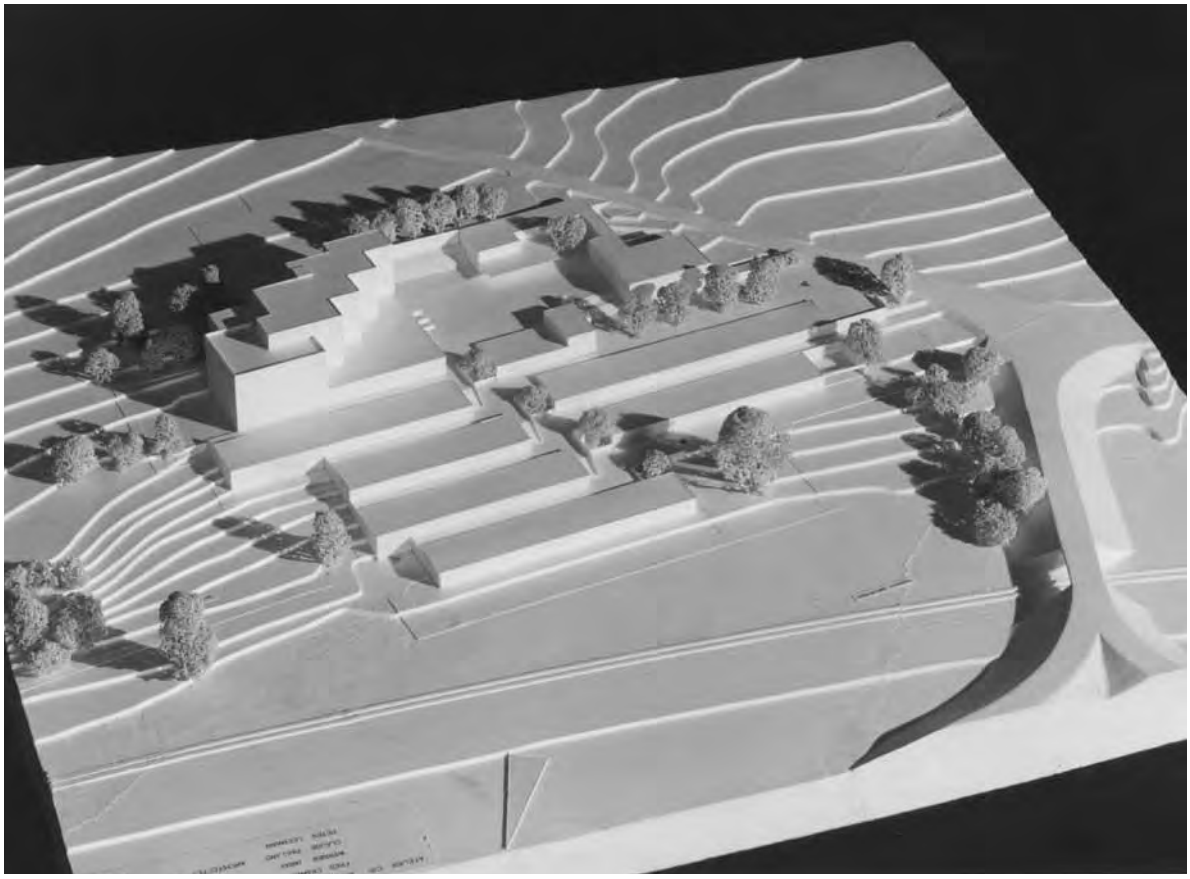


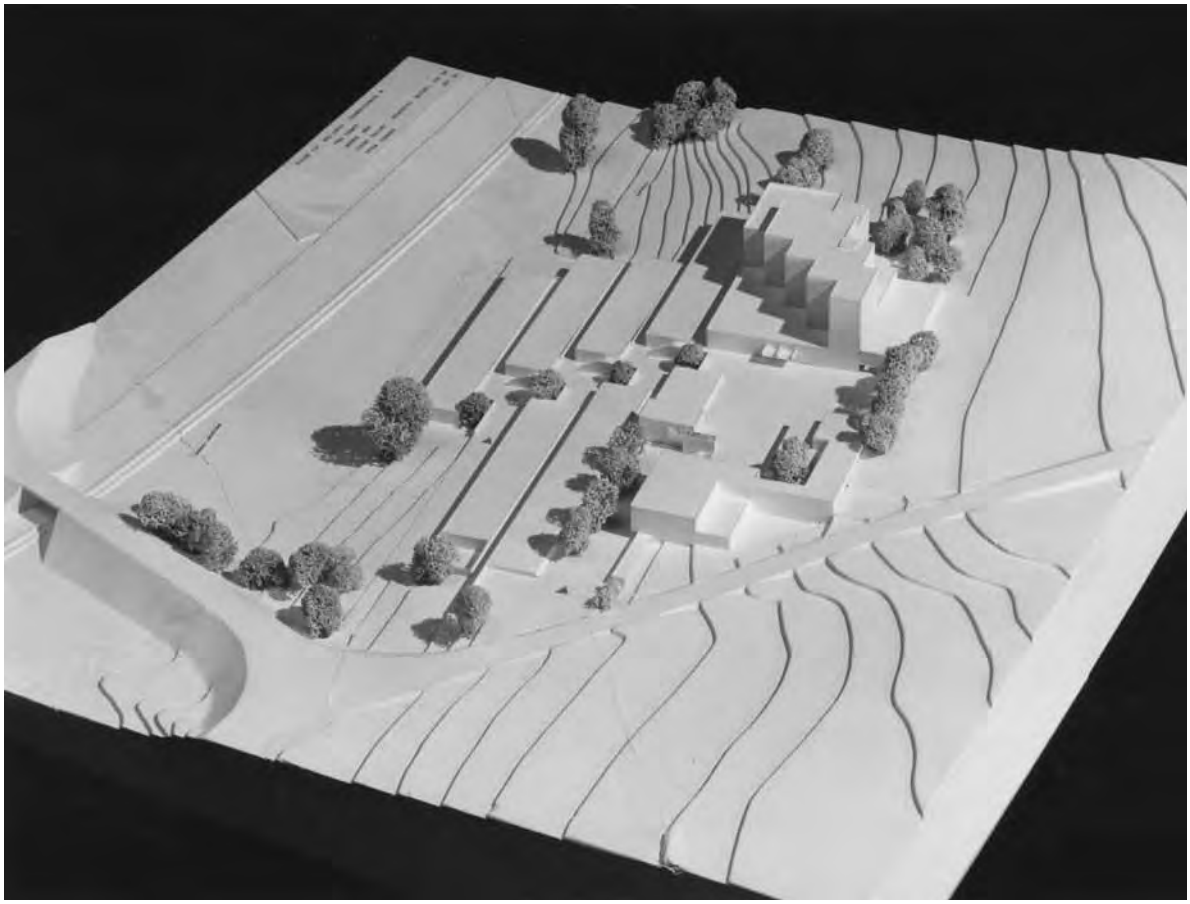


Maquettes 1er concours (de haut en bas) : C. Paillard, F. Brugger, Gudit & Vogel, J.-D. Urech et M. Bevilacqua (Archives HEIG)

En raison d'un terrain caractérisé par sa pente orientée vers le nord-ouest et son imprenable vue sur le lac et les côtes du Jura, la plupart des concurrents optèrent pour des volumes bas en terrasse destinés aux laboratoires, complétés avec un bâtiment plus compact et élevé renfermant les salles de théorie. C'est du moins le cas des quatre premiers lauréats, aucune trace des projets des concurrents suivants n'ayant été retrouvée dans les diverses archives consultées pour ce travail. Dans le projet «Artus» de Brugger, les laboratoires s'étagent sur trois niveaux de terrain, entrecoupés de deux espaces de circulation permettant de transiter d'une division à une autre et d'accéder à une vaste cour située dans la partie supérieure du site. Cette dernière est bordée du bâtiment principal, vaste cube évidé à cour centrale reposant sur un large socle formant une galerie. Dans son prolongement, ce volume est complété par le groupe formé par le réfectoire et l'aula qui clôt la composition au sud-ouest. La salle de gymnastique est reléguée au bas du terrain, formant une entité autonome. L'ensemble apparaît très compact, cherchant à réduire au maximum les espaces de circulation. Les façades sont uniformisées, scandées par des travées soulignées par des éléments en saillie, et les toitures des laboratoires percées de plusieurs lanterneaux. Chez Paillard et son projet «Champi» (en référence au site de Champittet), on retrouve une composition plus ou moins analogue avec cependant une emprise sur le terrain plus étendue et un langage architectural différent. Les laboratoires, disposées en longues bandes sur la partie basse du terrain occupent ici quatre niveaux en terrasse et leur longueur varie en fonction des divisions, s'accroissant au fur et à mesure de la pente. Le volume sur deux étages que forment l'aula, le réfectoire et les espaces administratifs opère une transition entre les divisions de laboratoires et le bâtiment principal situé sur les hauteurs du terrain. Ce dernier offre une façade orientée nord-ouest, traitée partiellement en redents. Au sud-est, l'arrière du bâtiment est plus hermétique, de manière à préserver les locaux du bruit de l'autoroute alors projetée non loin de l'établissement, et est caractérisé par les hémicycles que forment les petits auditoires présents à chaque étage. Comme dans le projet de Brugger, les façades des différents bâtiments sont traitées de manière uniforme et sont ici composées d'une série de modules de vitrage identiques, entrecoupée de larges bandeaux marquant les étages. Daniel Gudit & Marc Vogel (3^{e} prix) ainsi que Jean-Daniel Urech et Mario Bevilacqua (4^{e} prix) optèrent pour une formule un peu différente, plaçant dans le cas des premiers, les laboratoires dans de longs blocs linaires sur la partie la plus élevée du terrain - plus proche de la future autoroute -, réservant la partie basse à un parallélépipède de plusieurs étages disposé sur une large galette percée d'une vaste cour centrale. Ce dernier, orienté est-ouest, contrairement aux laboratoires, rompt de manière significative avec les autres corps de bâtiment. Quant à Urech et Bevilacqua, leur projet procède d'un assemblage de volumes plus ou moins identiques articulés les uns aux autres. Trois niveaux de plateaux se superposent pour former chaque corps de bâtiment orienté perpendiculairement à la pente du terrain ou dans les courbes de niveaux.

Sur les recommandations du jury, estimant qu'aucun des projets ne pouvait être réalisé à ce stade malgré les qualités des projets primés, les





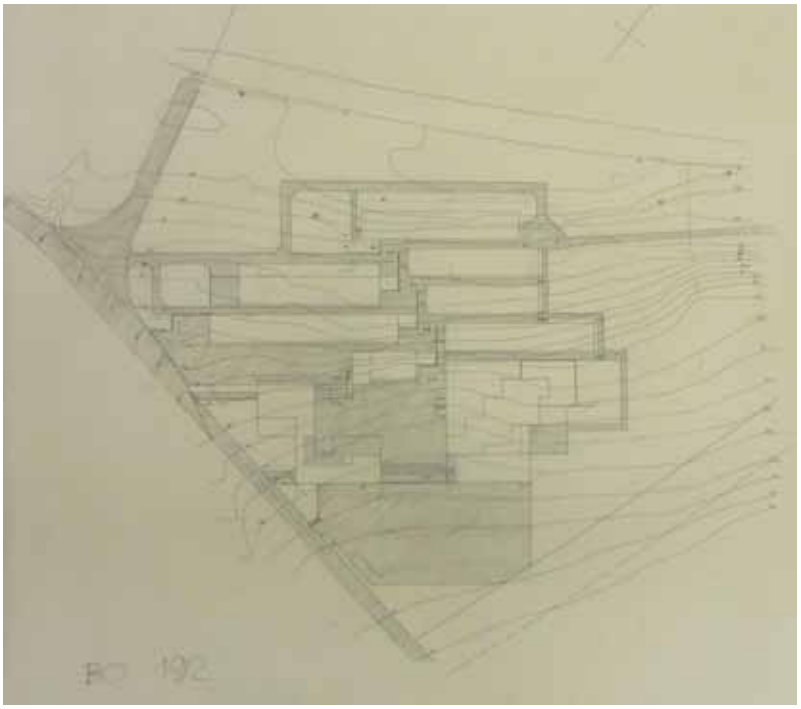
Maquette de C. Paillard, 2e concours (Archives HEIG)

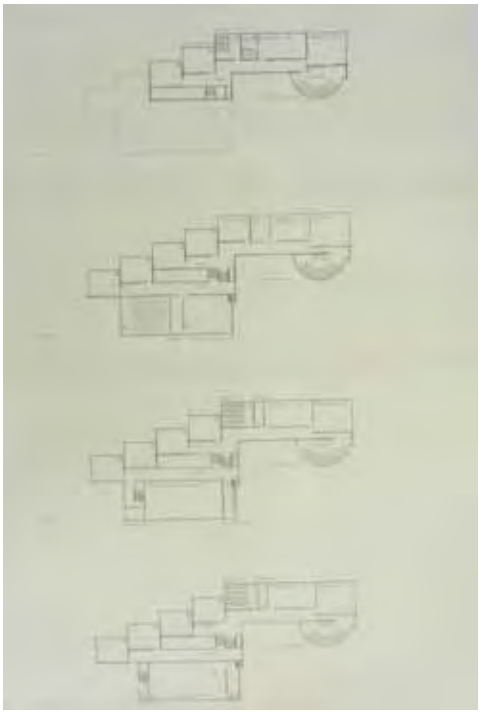
auteurs des cinq premiers projets furent invités à présenter une nouvelle étude et un collège d'experts[7] fut désigné par le Conseil d'Etat afin de retenir un lauréat. Passablement remaniés en fonction des critiques émises au premier tour et des modifications de programme opérées entre temps (suppression des salles de gymnastique, limitation du nombre de places de l'aula, diminution des parcs à vélo), le jury estima que l'ensemble des nouveaux projets avaient gagné en qualité, bien que la recherche de rationalisation ait été peu poussée de manière générale, hormis par un concurrent (J. P. Urech et M. Bevilacqua). Les projets de Brugger et Paillard arrivèrent à nouveau en tête et furent jugés excellents tant au niveau de l'adaptation au site, des accès, des liaisons que de la composition des divers bâtiments[8].

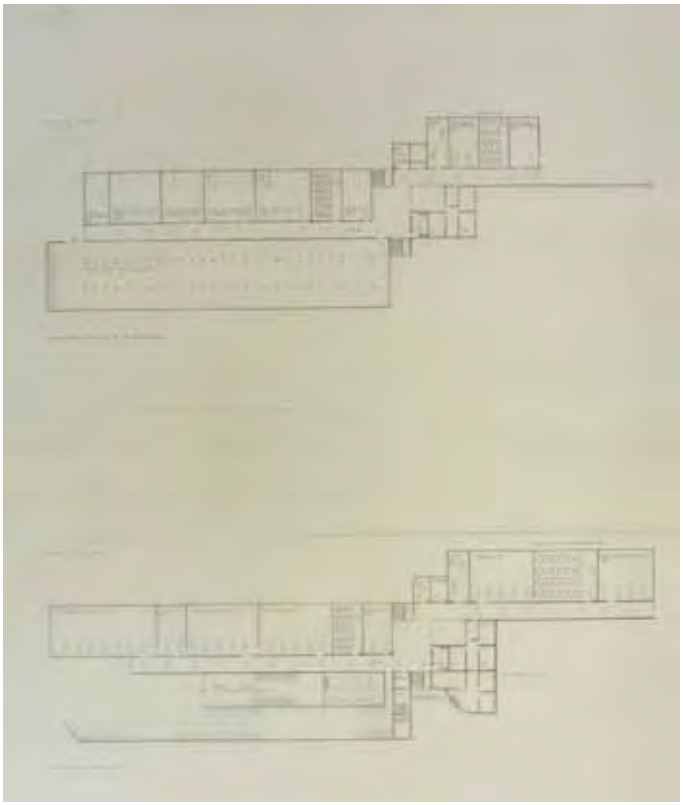
Les deux projets ont sensiblement évolué. Dans le cas de Brugger, si la disposition des laboratoires reste la même, ces derniers sont dorénavant surmontés de vastes sheds ; le tronc commun semble avoir été amputé de moitié et est traité en gradins, conférant une meilleure orientation aux classes qui occupaient auparavant un bâtiment à cour centrale. La juxtaposition de volumes devient très compacte, organisée autour d'un hall central menant aux divers espaces, diminuant sensiblement les espaces de liaison. Dans le projet de Claude Paillard, les divisions de laboratoires sont toujours comprises dans des volumes peu élevés, disséminées en bandes sur la partie basse du terrain, mais sont toutefois organisées de manière plus rigoureuse et moins espacées. Le tronc commun se détache également de la composition, par la superposition de ses niveaux et ses caractéristiques décrochements qui occupent maintenant toute la façade nord-ouest. Ce volume est mieux défini qu'auparavant et se détache du groupe de l'aula et du réfectoire qui est repoussé en bordure sud-ouest conférant une autonomie fonctionnelle et formelle aux divers groupes. Les petits auditoires en hémicycles adjoints aux salles de théorie et présents à chaque niveau se sont également fondus dans le volume. Ce ne sera que dans les phases d'études postérieures au concours que cette idée d'hémicycle réapparaîtra, coiffant l'aula principale qui reste pour l'instant confiné dans un sage carré. Dans ce deuxième projet, les trois parties du bâtiment se distinguent clairement, acquérant une autonomie de par leur fonction et leur composition architecturale, tout en étant reliées les unes aux autres par de multiples liaisons convergeant autour d'un grand préau central. Les divers volumes forment toutefois une unité spontanément perceptible grâce à la présence d'un même modèle de façade sur l'ensemble de l'établissement qui a évolué vers un module plus détaillé, marqué par les traverses des menuiseries et des travées clairement délimitées par des éléments en saillie. Néanmoins, « tant dans les volumes internes que dans l'architecture, le projet Brugger présente une réelle grandeur et s'exprime d'une manière qui convient bien à une école technique supérieure. Le collège d'experts lui aurait donné sa préférence

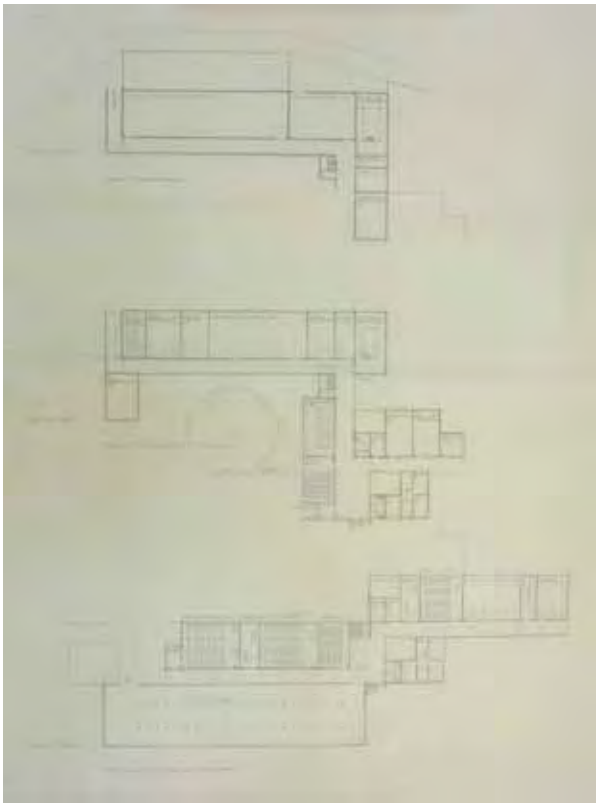
7 Il s'agissait de J.-P. Cahen, architecte, président; Ch.-Ed. Geisendorf, architecte et professeur à l'EPFZ ; B. Huber, architecte ; J.-P. Merz, architecte ; A. Corbaz, chef de formation professionnel, A. Martin, syndic d'Yverdon ; G. Thalmann, directeur de l'ETSEV, J.-P. Vouga, architecte de l'Etat.

8 Voir « Etat de Vaud, Technicum vaudois, Yverdon, Rapport du collège d'experts », 27 novembre 1967, classeur « Exposé nouveau bâtiment », Archives HEIG.



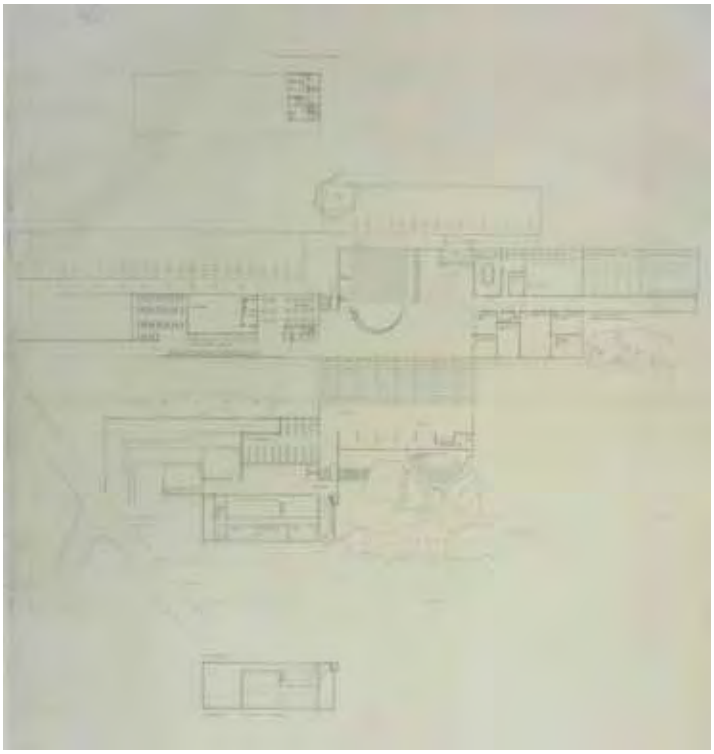


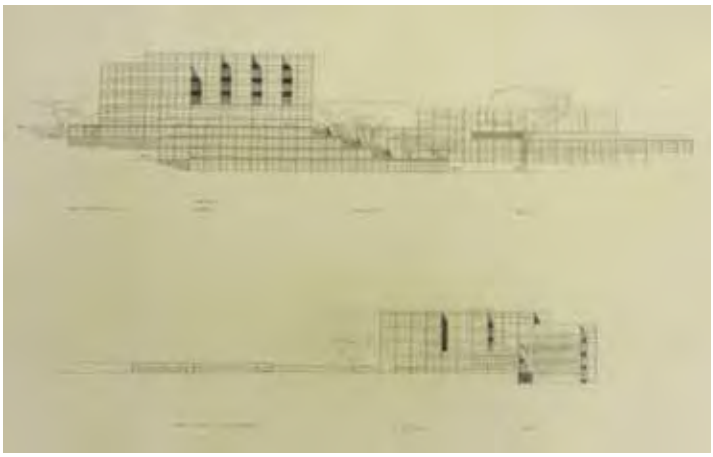


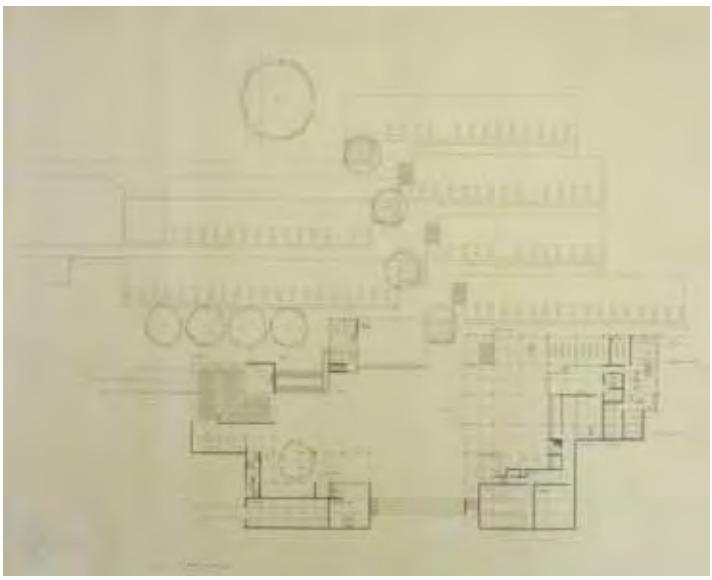


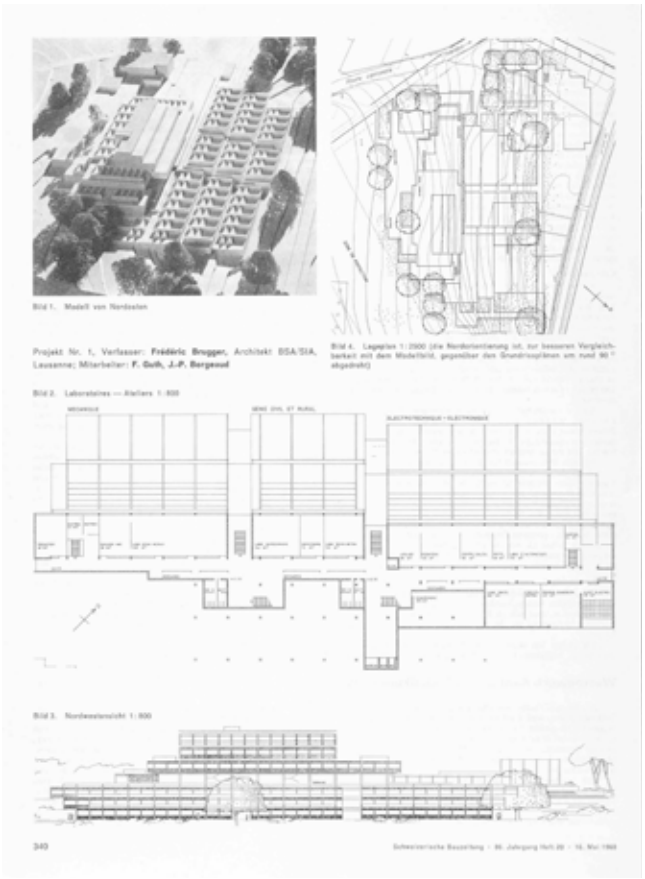
p. 16
Plans 1er projet de C. Paillard (Archives GTA)

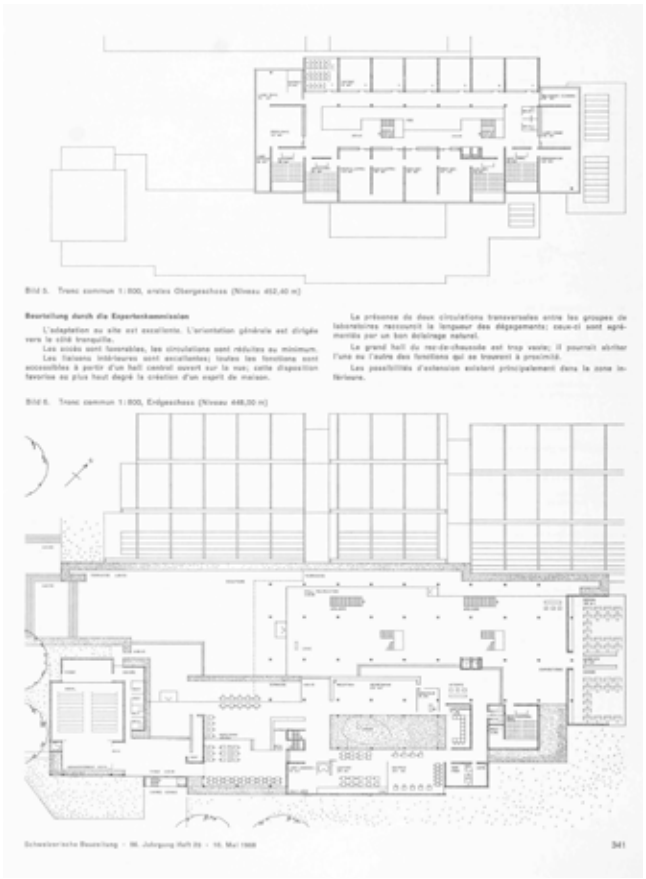
p. 17
De haut en bas : plan 1er projet de C. Paillard, élévation et plan projet intermédiaire (Archives GTA)

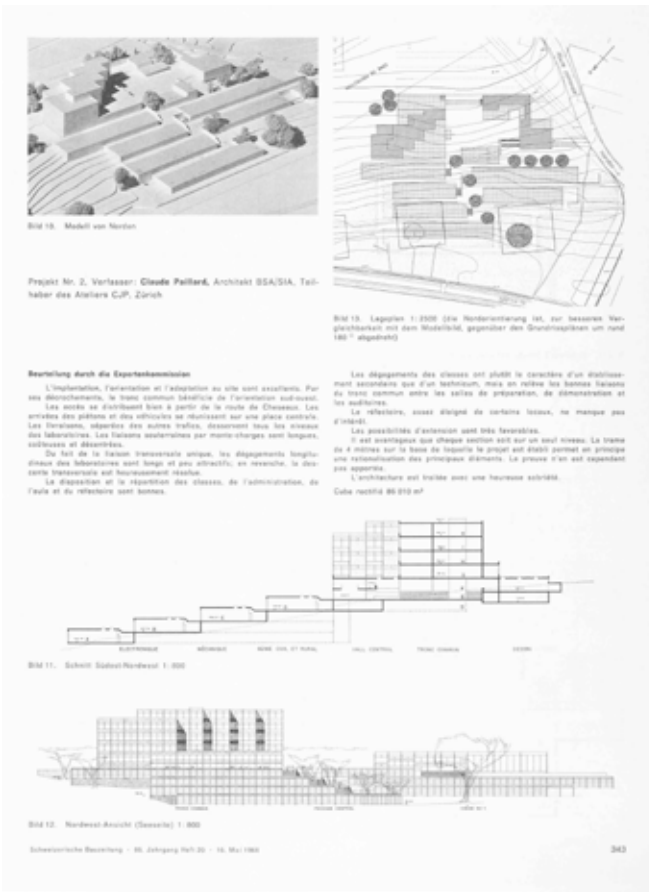


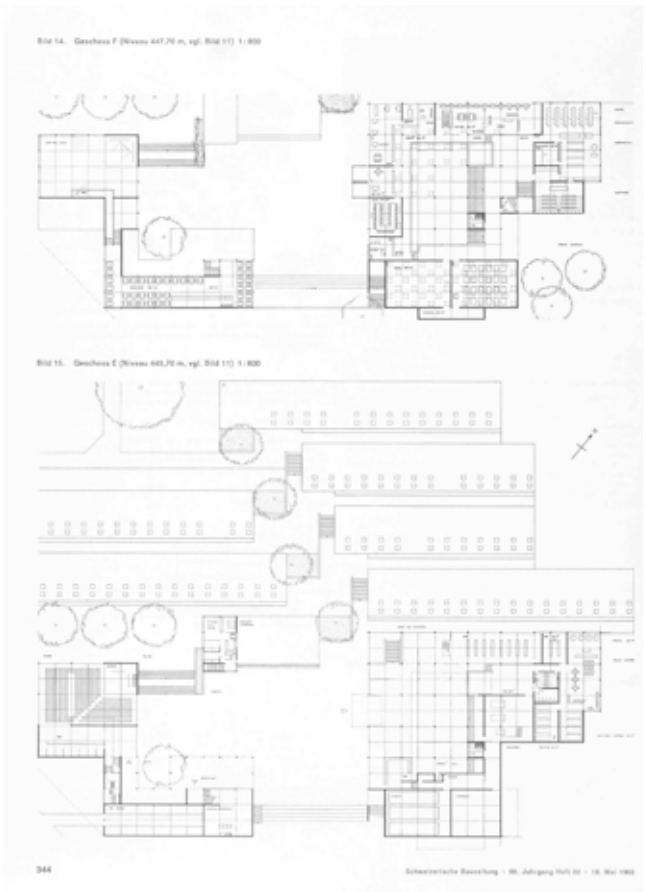












Projets de F. Brugger et C. Paillard, 2e concours (*Sweizerische Bauzeitung*, n° 20, 1968)

si le projet avait été étudié plus à fond et conforme au programme. En effet, dans le projet Paillard, la répartition de détail des locaux et leurs relations donnent toute satisfaction. Dans le projet Brugger, au contraire, une série de locaux importants ont été ouvertement diminués dans leurs dimensions par rapport au programme et au premier projet. Pour respecter les besoins du programme, étudiés avec le plus grand soin par le futur utilisateur, il faudrait de toute évidence procéder à des remaniements et à des augmentations de cube difficilement appréciables. Les deux projets se trouvant sensiblement sur un pied d'égalité, cette circonstance amène le collège d'experts à la majorité à recommander l'attribution du mandat de poursuivre les études à l'architecte Claude Paillard.[9] » En novembre 1967, son projet fut par conséquent retenu comme base de l'avant-projet.

Budgété sur le modèle des Technicums de Rapperswil, Muttenz et Brugg-Windisch réalisés dans les années 1960 ou en cours de réalisation (Rapperswil), le coût de construction avait été estimé à près de 32 millions. Lorsqu'en 1970, Claude Paillard présenta un budget de l'ordre de 50 millions pour la réalisation de son projet, le Conseil d'Etat demanda à ce que ce dernier soit réexaminé en vue de réaliser une économie substantielle et décida également que les études et travaux préparatoires se poursuivraient jusqu'au dépôt des soumissions d'entreprises[10]. S'il est vrai que la différence de budget était significative, celui de base avait été calculé selon un cube moyen, passablement inférieur au projet de Paillard, et était également dû au fait que l'indice des prix de construction avait également augmenté entre 1967 et 1970. De plus, l'augmentation du cube était due à l'évolution du programme des divisions, qui avait entraînée des changements significatifs, notamment dans la création de locaux borgnes placés sous les laboratoires – en fonction de la connaissance plus approfondie des caractéristiques géotechniques du terrain – et dans la modification de la hauteur des laboratoires jugée insuffisante – elle passa de 3,30 mètres à 4 mètres conformément aux besoins d'une utilisation rationnelle et en fonction de l'implantation des machines et de leur déplacement.[11] Par étapes, le projet est revu dans son ensemble de manière à réduire les coûts, en veillant toutefois à garantir le parti architectural ainsi que la qualité des matériaux. Certains laboratoires sont regroupés et les soumissions réévaluées, notamment concernant les menuiseries extérieures, dont la diminution du nombre d'ouvrants et le changement de système (ouvrants coulissants) réduisirent sensiblement leur prix[12].

9 *Ibidem.*
10 Voir Conseil d'Etat, « Exposé des motifs et projet de décret accordant un crédit pour des études en vue de la construction de l'Ecole technique supérieure, à Yverdon », n°92 (P.D. 21/71), printemps 1971, classeur « Exposé nouveau bâtiment », Archives HEIG.
11 Voir Rapport de la Division de mécanique concernant l'étude des surfaces et des hauteurs des laboratoires, 29 juin 1971, Dossier Yverdon EINEV, Construction : dossier du délégué à la construction M. Dubochet, côte S95 790, Archives cantonales vaudoises.
12 Voir Procès-verbal n°3 de la séance du 23 mars 1972 concernant les possibilités d'économie. Dossier, Yverdon, ETSEV, Construction, cote S95 789, Archives cantonales vaudoises.





Plan masse (haut, Archives cantonales vaudoises); maquette du projet (Archives HEIG)

Les crédits votés[13] et le projet avalisé par les autorités, la construction du nouveau bâtiment pouvait enfin débuter, après une vingtaine d'années de tractations et d'études ! La première pierre est déposée le 12 octobre 1972 et les cours débutèrent en novembre 1975, suivis de l'inauguration officielle qui se déroula le 20 mai 1976 en présence de plusieurs centaines d'invités et de toute une série de personnalités, dont le Conseiller fédéral Ernst Brugger qui n'hésita pas à qualifier cet établissement de « l'une des meilleures écoles de ce genre en Suisse […], instrument de travail remarquable. »[14] En effet, rarement Yverdon fut le théâtre d'une telle concentration de conseillers d'Etat, de députés, de représentants des autorités fédérales, cantonales et locales, des milieux de l'industrie, de la formation professionnelle…, dénotant de l'importance d'une telle réalisation.

13 Le coût total de la construction s'élèvera à 47'773'000 francs dont 17'373'000 francs financés par des subsides fédéraux.
14 « Grande Inauguration hier à Yverdon », *Le Nouvelliste*, 21 mai 1976.



Laboratoire de machines-outils (Archives HEIG)

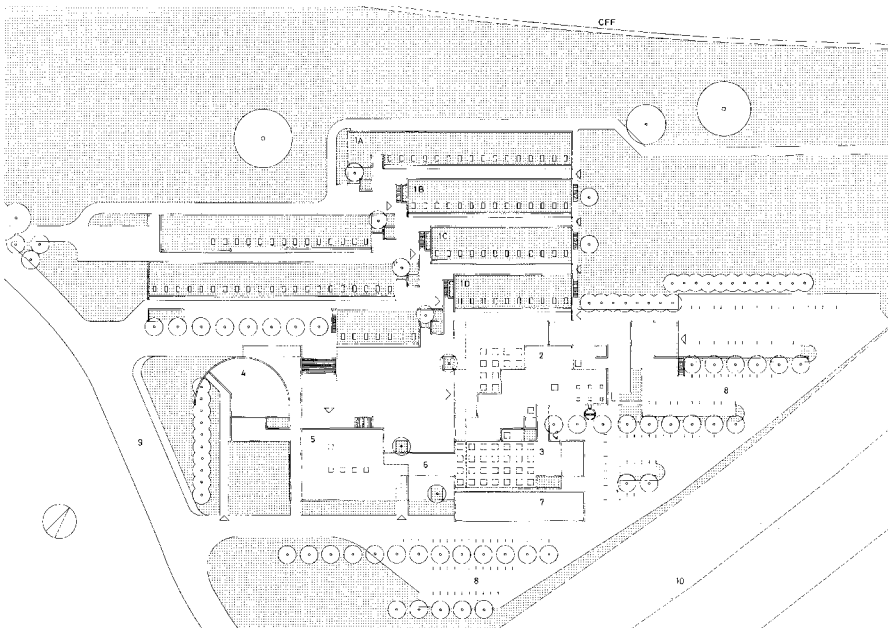
II. ETUDE PATRIMONIALE

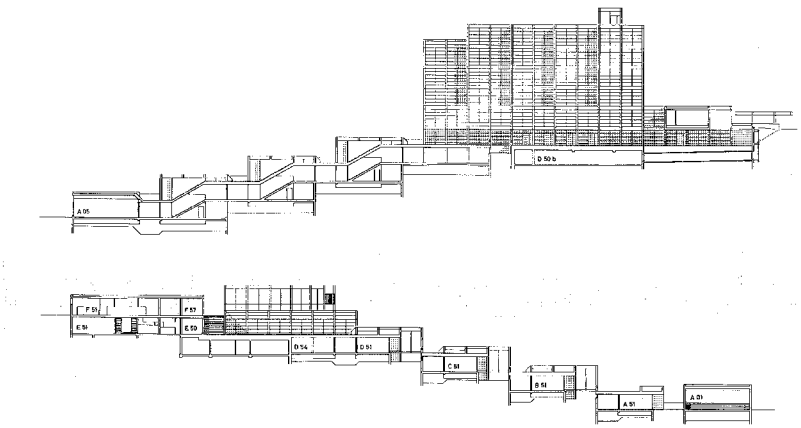
II.1 LES QUALITES ARCHITECTURALES ET L'INTEGRATION AU SITE

Sur un terrain en pente, situé au nord-est du centre d'Yverdon, l'école se déploie sur un site surplombant le lac de Neuchâtel et les bords boisés qui l'entourent. La surface triangulaire de près de 48 217 m^2 sur laquelle est réalisé le bâtiment (25 000 m^2 de surface utile et un volume de 115 000 m^3) est délimitée par la ligne de chemin de fer au nord-ouest, la route de Cheseaux au sud et à l'ouest et le chemin de Champ-Pittet à l'est. De part sa situation et son orientation, l'école bénéficie non seulement d'un panorama magnifique mais également d'une quiétude certaine, entourée du *Bois Clos*, d'une zone agricole elle-même jouxtée d'une zone de villas et d'un quartier d'habitation peu dense. L'architecte a su remarquablement bien tirer profit de la parcelle, disposant les diverses composantes de l'école en suivant la pente et les courbes de terrain tout en en préservant sa beauté[1], comme le relèvent ses propos définissant en quelques mots son projet en 1981 pour la publication *Prix Architecture Béton 81*, dont il est le lauréat. « Le problème : bâtir une importante école d'ingénieurs, placer un volume considérable dans un parc de toute beauté, un site digne d'être respecté. La solution : un groupe de constructions épousant le terrain, les niveaux inférieurs étant disposés en terrasse. Une bonne moitié du bâtiment étant enterrée, le volume hors terrain a pu être sensiblement réduit. » Cette heureuse intégration fut également soulignée par le rapport de la commission d'experts du concours qui relevait une excellente implantation, orientation et adaptation au site. En fonction du programme requis, la composition de l'ensemble s'établit en trois parties distinctes : les laboratoires spécialisés, nommés 'divisions', le bâtiment principal, intitulé 'tronc commun' et, en dernier lieu, le groupe formé par l'aula et le réfectoire. Chaque élément de la composition occupe une portion de terrain et se définit à la fois par sa structure et sa fonctionnalité tout en formant un ensemble compact. Sur un total de dix niveaux (correspondant aux niveaux A-K, la lettre « I » n'existant pas…), l'ensemble se déploie sur un subtil jeu de terrasses et de décrochements tant au niveau du plan que des élévations. Le projet est dimensionné selon une trame de 390 cm (360 + 30 cm) adoptée pour l'ensemble des bâtiments, offrant un résultat d'unicité et d'harmonie qui se dégage ostensiblement de la composition. Cette conception modulaire du plan, relativement prisée dans les années 1960, et particulièrement dans le domaine des constructions scolaires, permet, d'une part, de coordonner la position des éléments et leur assemblage sur le chantier et, d'autre part, l'interchangeabilité des éléments. L'adoption de cette trame a par conséquent conditionné la plupart des éléments de construction, notamment au niveau des menuiseries, des fenêtres et des cloisons intérieures dont le nombre restreint de types participe à l'aspect unitaire du groupe. C'est véritablement la déclinaison

1 Dont deux chênes centenaires au bas du terrain qui ont pu être sauvegardés et intégrés au projet.





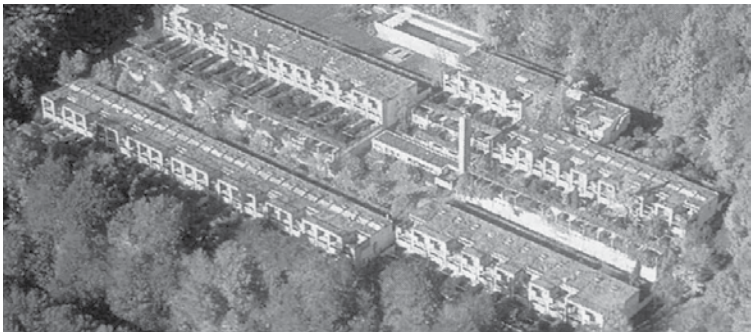


Vue aérienne, plan de situation, coupe
(Archives HEIG)

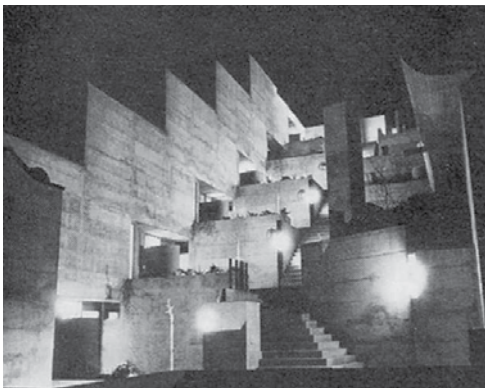
de cette trame unique, associée à l'utilisation systématique d'une double matérialité (béton et métal), qui confère une grande qualité à l'ensemble. Chaque volume à ses propres caractéristiques, adaptées à sa fonction et à sa situation, tout en arborant une unité remarquable qui se dessine en une silhouette de béton brut et de couleur à travers un magnifique cadre de verdure.

II.1.a De terrasses en décrochements

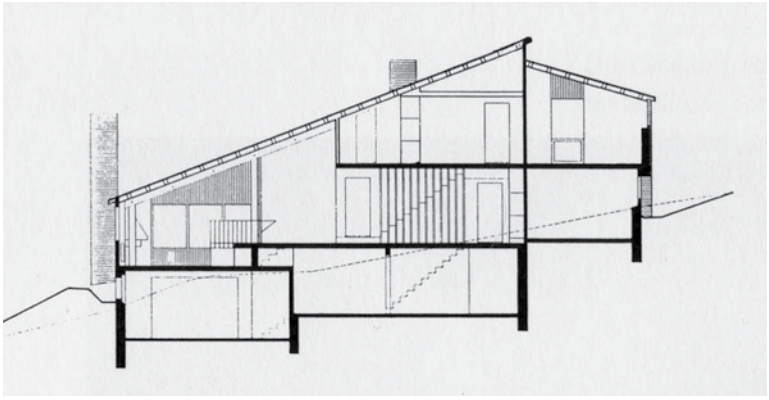
Les laboratoires occupent la partie inférieure du site et s'échelonnent sur quatre niveaux en terrasse (niveaux A-B-C-D), suivant la pente du terrain. Cette disposition, particulièrement adaptée à la topographie de nombreuses régions de Suisse, a trouvé son plein essor dès la fin des années 1950, avec des exemples représentatifs tel que la Cité *Halen* de l'Atelier 5 (1957-61), les maisons groupées à Zoug de Fritz Stucky et Rudolf Meuli (1958-61) ou encore les logements *Mühlehalde* à Umiken de Team 2000, Scherer, Strickler et Weber (1963-66). En suisse romande, Frédéric Brugger – à qui la réalisation du technicum d'Yverdon a échappé de peu – en exploite les avantages de manière remarquable dans le collège secondaire de Saint-Imier (1960-62). Claude Paillard, pour sa part, en a également déjà adopté – timidement – la typologie dans la réalisation d'une maison individuelle à Ennetbaden en 1950-51, l'une des premières réalisations du bureau (Atelier CJP (Cramer, Jaray, Paillard)). De même pour les maisons à terrasses de Zurich-Witikon, exécutées avec Peter Leemann en 1959-60, qui demeurent un exemple très abouti de cette disposition, où l'intégration au site, composée selon ses graduations, présente des avantages multiples. L'école d'enseignement secondaire à Schupfheim (atelier Cramer, Jaray, Paillard et Leemann, 1960-62) procède également d'un remarquable aménagement dans la pente du terrain, où l'étagement du bâtiment principal côtoie l'enfoncement de volumes annexes. A Yverdon, chaque niveau de laboratoires est composé de deux volumes rectangulaires de longueurs variables, disposés en bandes et en léger décalage (bande est et ouest) – hormis pour le premier niveau (dans la partie la plus basse du terrain) qui ne comprend qu'un unique volume. Ces bandes sont entrecoupées par des paliers intermédiaires et des rampes d'escalier qui forment une voie centrale en diagonale menant au bâtiment principal. Ce décalage systématique, associé à une composition en terrasses successives, confère une certaine autonomie aux différentes divisions de laboratoires, qui s'intègrent parfaitement au site grâce à leur toiture végétalisée. Ces volumes se définissent non seulement par leur composition en terrasse mais également par la présence de larges façades vitrées. Elles sont scandées par les piliers en béton préfabriqué et les dalles de plancher qui délimitent chaque travée. Ces éléments en béton brut forment une grille structurelle renforcée par le léger retrait des menuiseries. Si cette composition de façade se retrouve dans l'ensemble du bâtiment régulé par la trame de base, elle en affiche néanmoins ici les dimensions les plus élevées, avec une hauteur de 3,60 mètres (+ 30 cm de dalle), permettant une diffusion maximale de lumière et une grande

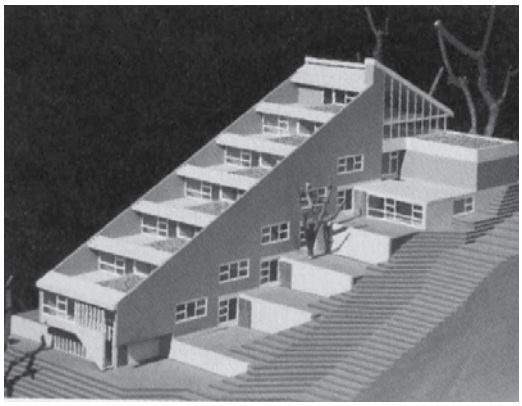














De haut en bas, gauche à droite :

Cité Halen, maisons à Zoug
Logements Mühlehalde (C. Allespach, *L'Architecture en Suisse*, 1999)
Ecole à St-Imier (*Werk* n°6, 1964)
Coupe villa Ennetbaden
Maison à Zurich-Witikon
Ecole à Schupfheim (H. Ineichen, *C. Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, 2002)

flexibilité dans ces lieux d'enseignements pratiques. Chaque travée est composée de deux rangées de menuiseries métalliques de couleur orange munies de stores, également métalliques et orange. Choisies et décidées par l'architecte, elles vont habiller la majeure partie bâtiment[2]. Dans le cas des laboratoires, elles comprennent douze modules de vitrages identiques : deux fixes dans la partie inférieure, formant une allège ; six au centre, dont la moitié est assemblée de manière à coulisser ; quatre dans la partie supérieure, formant une sorte de large imposte fixe. Les volumes qu'elles renferment sont conçus pour recevoir des salles d'enseignement et de vastes laboratoires spécialisés répartis par niveaux : la division d'électronique et d'électrotechnique se partagent les deux niveaux inférieurs (A et B), la division de mécanique et de micromécanique le 3e niveau (C) et celles de génie civil et de génie rural le 4e niveau (D). Chaque division est organisée sur le même principe : les laboratoires sont situés en façade sur une profondeur de 11,50 mètres et disposent d'un apport de lumière supplémentaire grâce aux coupoles translucides des toitures ; un long couloir central, vitré du côté des laboratoires, vient ensuite, courant sur toute la longueur de la division, derrière lequel se logent des locaux divers. Ces derniers ne bénéficient d'aucun éclairage naturel étant situés sous les laboratoires du niveau suivant. Les cloisons métalliques qui séparent les laboratoires sont amovibles conférant une certaine flexibilité à ces espaces dans lesquels la technique est en constante évolution.

Le dernier niveau de laboratoires permet d'accéder à la cour centrale qui forme le cœur de la composition, et dessert l'ensemble du groupe scolaire. C'est en effet autour de ce vaste préau (situé au 5e niveau en termes de niveau de terrain) que s'articulent les divers corps de bâtiment. Comme nous venons de le voir, il mène aux laboratoires situés en contrebas, au nord-ouest. Il est ensuite bordé du bâtiment principal et du groupe formé par le réfectoire et l'aula. Ce dernier est visuellement relié au bâtiment principal par le logement du concierge au niveau duquel se trouve également l'entrée générale de l'établissement. Le tronc commun, ou bâtiment principal, comprend cinq étages sur rez-de-chaussée. Les architectes nous indiquent que « sa forme est dictée par le souci de préserver les locaux d'enseignement du bruit de l'autoroute, tout en leur donnant l'éclairage naturel nécessaire. Le décalage des quatre niveaux supérieurs permet d'ensoleiller les salles de théorie.[3] » S'il est vrai que la proximité de l'autoroute – finalement repoussée beaucoup plus loin et enterrée – ait conditionnée son orientation, sa forme obéit, quant à elle, à une conception modulaire où la salle de classe fonctionne comme unité de base et est agencée dans ce cas présent de manière à former une façade en décrochements. Cette approche dérive sensiblement des théories développées par Alfred Roth dans ses nombreux écrits, où l'architecture scolaire, intimement liée à la pédagogie nouvelle, trouve dans le pavillon une unité modulaire de base à l'élaboration de l'espace.

2 Il s'agit de la couleur orange RAL n°2000. Procès-verbal n°67, séance de coordination du 15 septembre 1973. Dossier, Yverdon, ETSEV, Construction, cote S95 789, Archives cantonales vaudoises.

3 Claude Paillard, Peter Leemann et Robert Bass, « Conception architecturale de l'ETSEV » in *Bulletin technique de la Suisse romande (tiré à part)*, n°14, 8 juillet 1976, p. 4.

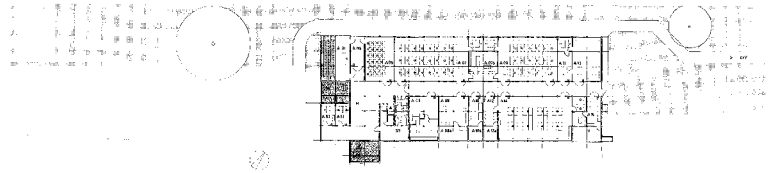


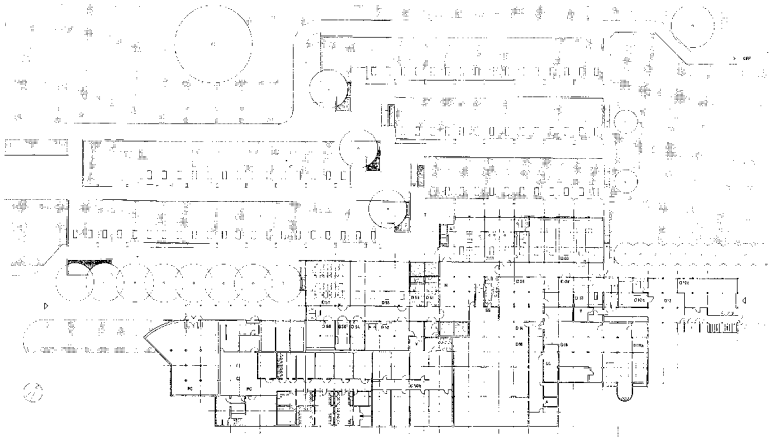


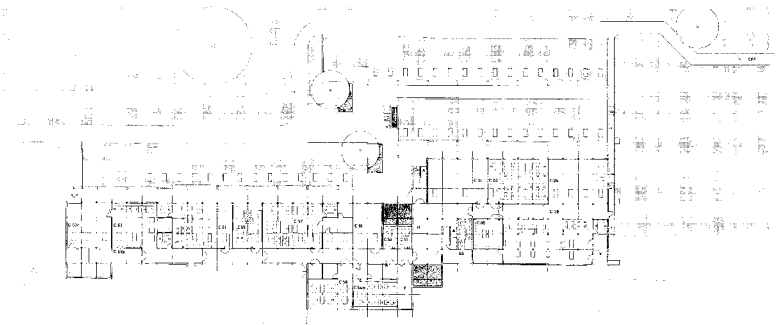










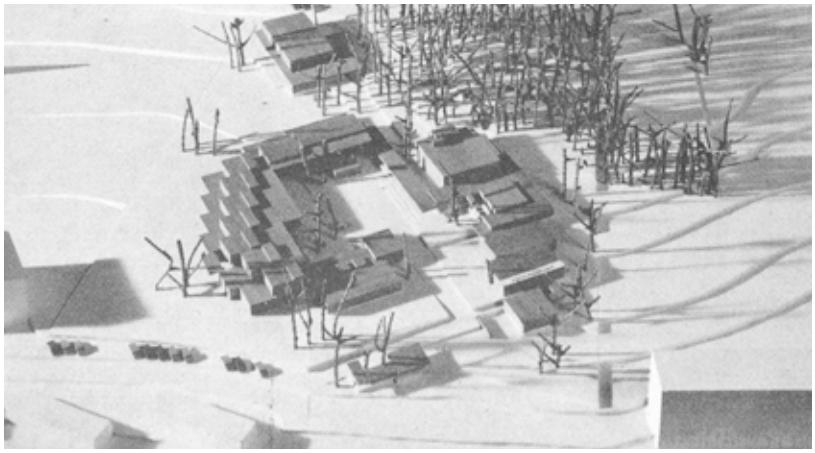


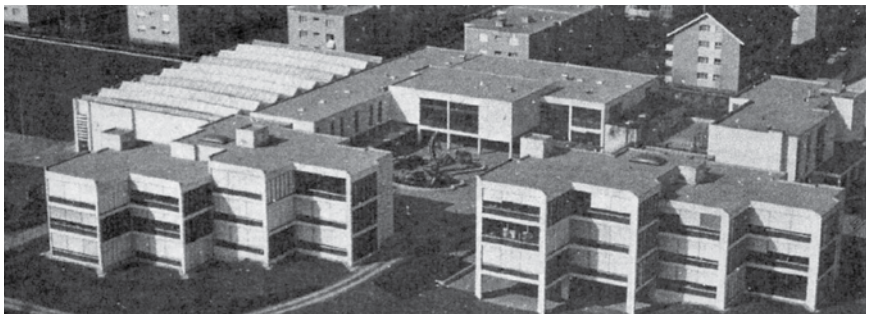
p. 28 De haut en bas :
Vue aérienne (Archives SIPAL), intérieurs des laboratoires (Archives HEIG, Photos TSAM)

p. 29
Plans niveaux A, C, D (Archives HEIG)










De haut en bas, gauche à droite :

Ecole d'Yverdon (Archives HEIG), Ecole de Saint-Jean (Archives CIG), Ecole Riedhof (*Werk* n°6, 1964), Ecole Chriesiweg (H. Ineichen, *C. Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, 2002), Ecole à Orbe (*BTSR* n°2, 1963), Ecole de Watt (*Werk* n°7, 1969), Ecole à Opfikon (*Werk* n° 13-14, 1978), Ensemble Grüzefeld (H. Ineichen, *C. Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, 2002)

L'école primaire du *Chriesiweg* à Zurich-Alstetten, réalisée par le bureau Cramer, Jaray, Paillard (1955-57), en est le parfait exemple. Résultat d'un concours organisé dans le cadre de la deuxième exposition scolaire à Zurich préparée par Alfred Roth en 1953, cette école est considérée comme l'une des plus belles écoles pavillonnaires de Suisse. L'école *Riedhof* à Zurich (1961-63), réalisée une dizaine d'année plus tard par Alfred Roth, représente également une référence, avec ses modules de classes formant des pavillons en terrasse autour desquels s'articulent de vastes espaces de circulation multifonctionnels menant aux différents équipements de l'école. Cette tendance modulaire sera également appliquée de manière très concluante à plusieurs écoles secondaires en Suisse. Dans sa formule en décrochements, on peut ici citer la remarquable école de commerce de Saint-Jean à Genève de Georges Addor (1959-64) – où le traitement des façades se rapproche sensiblement de celui développé à Yverdon –, le groupe scolaire secondaire à Orbe de Daniel Gudit et Marc Vogel (1963-67) – 3e lauréats du concours pour l'école d'Yverdon – l'école secondaire de Watt à Effretikon de Manuel Pauli (1967-68) ou plus tardivement, l'ensemble scolaire de Lorenz Moser à Opfikon (1970-1974). Les exemples d'agrégation de cellules disposées en redents se font néanmoins plus rares dans les établissements d'enseignement supérieur. La problématique liée à ce type d'établissement diffère en effet de celles des écoles primaires et secondaires – en termes de dimension, d'utilisation, de programme et d'enseignement – ou la salle de classe, proprement dite, tend à disparaître au profit d'amphithéâtres, d'auditoires et de bureaux. Claude Paillard décide, par ailleurs, d'exploiter les avantages et l'effet plastique obtenu par cette disposition, dans le volume contenant le tronc commun, compte tenu des nombreuses salles de théorie au programme qui se prêtent aisément à ce schéma. Il a d'ailleurs testé avec Peter Leemann, cette répétition d'une cellule constante à grande échelle, dans la réalisation du vaste ensemble *Grüzefeld* à Winterthur (1965-68), caractérisé par son échelonnement latéral et son décalage successif de mêmes séquences.

A Yverdon, le tronc commun s'affiche comme le volume principal de la composition qui est rapidement devenue l'image identitaire de l'école. C'est en effet l'élément prépondérant qui illustre très souvent les diverses brochures de présentation de l'école réalisées depuis sa création[4]. Totalement ouvert au nord-ouest, côté salles de théorie, il se referme pratiquement de manière hermétique sur son autre versant. Ce contraste est subtilement maîtrisé par le traitement accordé aux façades. Au nord-ouest, côté cour, les quatre niveaux de salles de théorie se dressent sur un vaste socle formant une galette de deux niveaux (rez-de-chaussée et 1er étage). Ces salles de théorie sont comprises dans cinq petites 'tours' disposées en décalage successif en fonction d'un module de

4 L'une de ces brochures (celle de l'inauguration) provoqua d'ailleurs un fort mécontentement de l'architecte, qui découvrit un dessin de son bâtiment en couverture passablement déformé et qu'il décrivit en ses termes : « un dessin d'une primitivité évidente, exécuté par une personne non seulement incapable, mais qui – ce qui est pire – ne connaît pas même les bâtiments : les locaux de l'administration se trouvent déplacés et figurent maintenant sur les laboratoires du niveau D… ». Suite à cet incident, seuls des documents photographiques furent utilisés pour l'illustration des brochures suivantes…





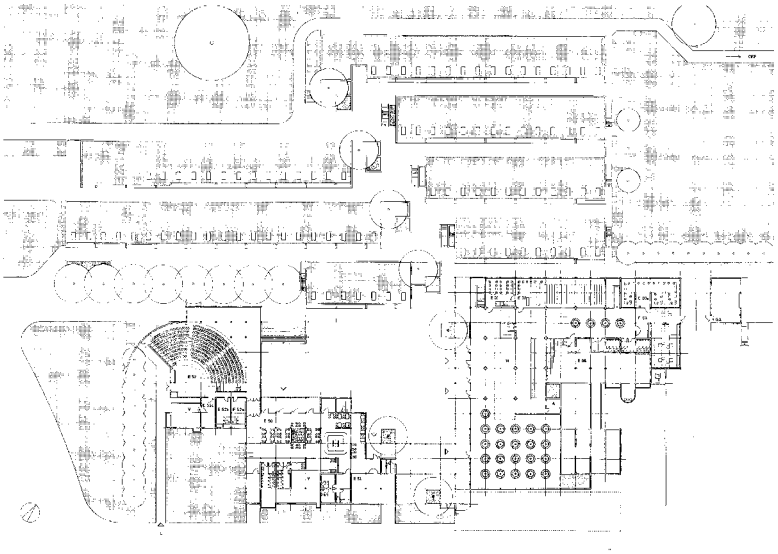


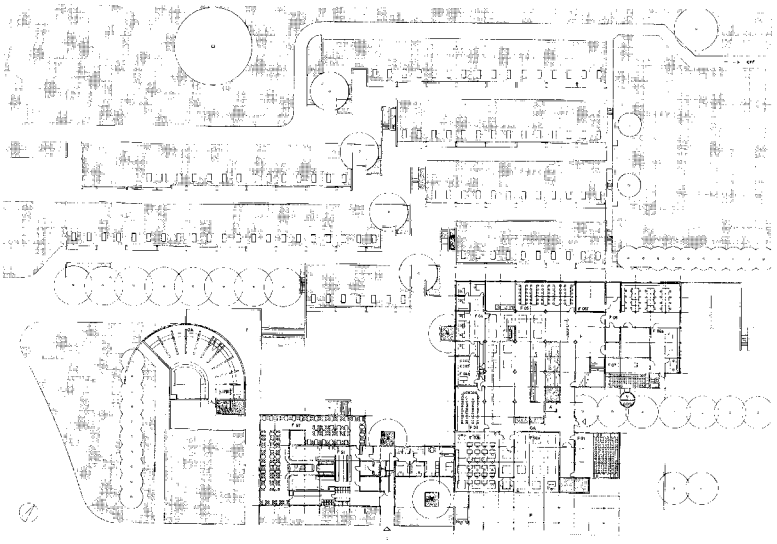


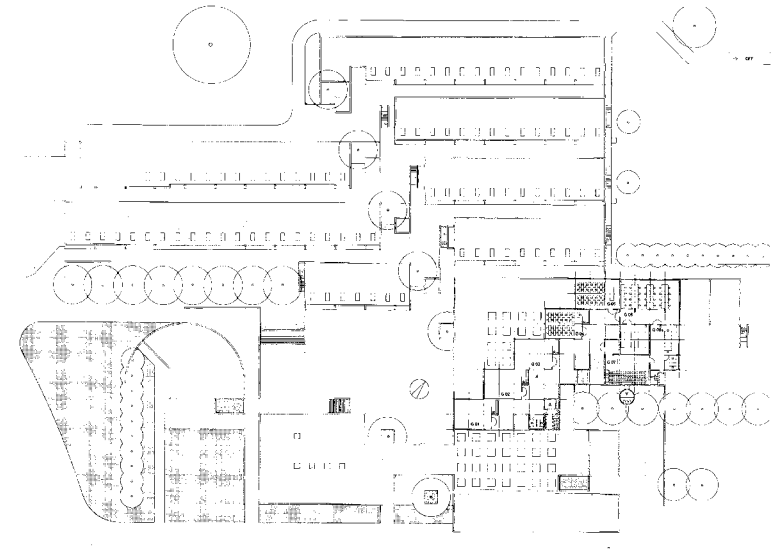


p. 32
Vue générale et salle de dessin ; brochures de présentation de l'école 1976-1982 (Archives HEIG)

p. 33
Plans des niveaux E, F, G (Archives HEIG)













Façade sud-est (haut), hall d'entrée avant interventions artistiques (Archives HEIG).
En bas à droite : hall d'entrée de l'école à Schupfheim (H. Ineichen, *C. Paillard Bauten und Projekte* 1946-1997, 2002)

base correspondant à la superficie d'une classe. Si l'effet de perspective engendrée par le décrochement des volumes donne le sentiment de se trouver face à des éléments identiques, la dernière 'tour' se révèle en fait moins élevée et ne comprend que trois étages surmontés d'une vaste terrasse. Les façades sont complètement vitrées, dictées par une trame unique et rythmées par une grille d'éléments en béton (renvoyant à l'idée de *rasterfassade* qualifiant un bon nombre de réalisations suisses alémaniques de cette période) identiques à ceux présents dans les divisions de laboratoires. Les salles de théorie ne nécessitant pas de plafond aussi élevé que les laboratoires, l'architecte a ici su jouer de la variation d'assemblage de vitrages possible en raison de l'utilisation d'un même module : il a simplement suffi de retirer un registre de vitrage afin d'adapter la façade à la nouvelle hauteur (3,30 m + 30 cm de dalle), tout en gardant le même système d'ouverture coulissant. Par conséquent, c'est la partie supérieure qui est « tronquée », l'imposte passant de quatre vitrages, à deux, sans que cette modification n'entraîne une perception de changement vraiment tangible. Pour le rez-de-chaussée, la partition des vitrages passe à quatre modules identiques fixes, le hall d'entrée ne nécessitant pas de système d'ouverture coulissant. A l'arrière du bâtiment, côté sud-est, le traitement des façades en béton revêt un aspect beaucoup plus massif, matérialisé par ses grandes surfaces de béton brut. L'organisation des volumes se caractérise ici par la présence de trois blocs compacts disposés en décrochement : le premier, à l'est, renferme les laboratoires rattachés aux salles de théorie et est en grande partie vitré, se situant dans le prolongement de la dernière 'tour' côté nord-ouest ; un escalier de secours opère la transition avec le volume suivant auquel est accolé la longue cheminée de l'école. La façade s'exprime par les nombreux panneaux de béton préfabriqués, délimité par des joints négatifs et dont les dimensions renvoient à la trame de base. Trois petites ouvertures ponctuent verticalement cette façade pratiquement borgne ; le dernier volume se détache sensiblement du précédent et présente les mêmes particularités matérielles. La présence d'une terrasse à l'une de ses extrémités accentue encore le jeu de décrochements perceptible dans l'ensemble du bâtiment.

Le rez-de-chaussée forme une galerie à travers laquelle on accède au hall d'entrée du bâtiment principal (niveau E). Vaste espace à mi-hauteur, ce hall permet de se rendre dans les laboratoires des niveaux inférieurs et aux salles de théorie des niveaux supérieurs. Il reprend dans ses grandes lignes, le grand hall central de l'école à Schupfheim, réalisée quelques années auparavant par l'atelier Cramer, Jaray, Paillard et Leemann, où les différents accès convergent dans un espace ouvert traité en demi-niveaux et dont le pourtour est aménagé en galerie. A Yverdon, il contient également les vestiaires de l'ensemble des étudiants et des enseignants, matérialisés par une composition d'armoires de forme cylindrique très originale. Les salles de maîtres et la bibliothèque se trouvent également à ce niveau. La galerie (niveau F), est occupée par l'administration, les salles de conférence et de lecture, un grand auditoire et les salles de dessin technique. Cet espace généreux est éclairé par de grands











Vestiaires, salle de classe, aula, photo H. Wyden, 1976 (Archives HEIG)
Vue de l'aula depuis les classes (haut); installations techniques (photos TSAM, mai 2012)

lanterneaux translucides, secondés par un réseau de néons suspendus. Viennent ensuite les étages supérieurs (G-H-J-K), traités de manière identique. Chaque niveau est associé à l'une des divisions d'enseignement analogues à celles des laboratoires et comprend cinq salles de théorie par niveau – excepté le dernier qui n'en comprend que quatre –, disposées en façade, bénéficiant d'une double orientation grâce à leur disposition en redents. Ces salles sont précédées d'un vaste couloir de distribution central dont l'extrémité nord mène aux laboratoires, locaux annexes et à un petit auditoire attribué à chaque type d'enseignement. Les espaces de circulation sont ponctués de deux larges puits de lumière bordant la cage d'escalier et l'ascenseur, dont le jeu de pleins et de vides associé à la présence de demi-niveaux et de galeries vient compléter les variations des volumes extérieurs, exploités eux aussi tout en décrochements.

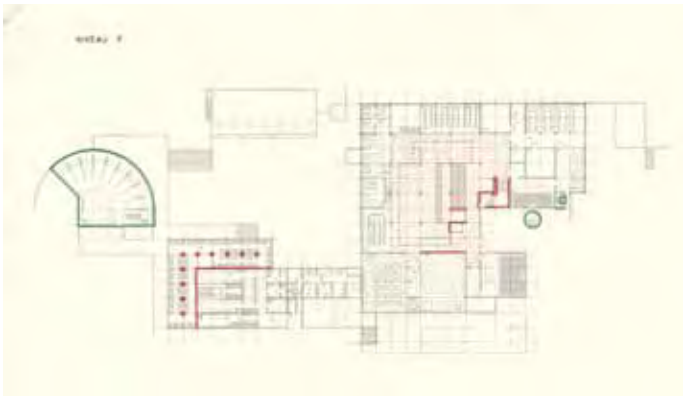
Les centrales techniques du bâtiment occupent le sous-sol du bâtiment central. De manière intentionnelle et dans un souci pédagogique, les installations techniques ont été laissées apparentes et peintes en jaune-orangé, contrastant avec le béton brut apparent et renvoyant à la couleur des menuiseries extérieures et des cloisons internes: chemins de câbles électriques, écoulements, gaines et autres éléments de la ventilation, de la climatisation et du chauffage défilent aux yeux de tous, anticipant l'ambiance que retrouveront très probablement les étudiants dans leur futur lieu de travail. Les abris réglementaires du groupe scolaire ainsi qu'un abri de quartier et un poste de commandement ont été insérés dans le sous-sol situé sous la cour centrale et le groupe formé par le réfectoire et l'aula. Un grand parking est situé à l'arrière du bâtiment, au sud-est, en bordure de la route de Cheseaux.

Le dernier groupe de bâtiments que constituent l'aula et le réfectoire est situé à l'extrémité sud-ouest de la parcelle autour de la cour centrale. Relié au 'tronc commun' par un passage couvert situé sous le logement du concierge, le réfectoire attenant à l'aula reprend sensiblement le langage architectural du bâtiment principal tout en en simplifiant le plan, dicté par le programme qu'il renferme. Sur deux niveaux, il comprend une cafétéria au rez-de-chaussée partiellement enterrée et un réfectoire au 1erétage. Contenu dans un bloc unitaire proche du carré, ses façades sont entièrement vitrées et affichent les mêmes menuiseries que le reste du groupe, déclinées par ailleurs dans ce cas sur deux hauteurs distinctes. Le 1er étage est composé de modules de façades identiques à celle des classes (sur cinq registres) tandis que le rez-de-chaussée reprend la partition adoptée pour le hall d'entrée du bâtiment principal, avec quatre registres de vitrages déclinés ici sur le principe suivant : une allège fixe et trois niveaux de vitrages composant la fenêtre coulissante type. L'aula se distingue des bâtiments purement scolaires par sa forme organique, « un quart de cercle s'élargissant d'un côté » selon les architectes, qui, du point de vue fonctionnel, garantie également une bonne visibilité sur la scène et une bonne acoustique. Cet élément rompt sensiblement avec le reste du groupe mais s'ancre néanmoins sur un socle rectangulaire de même nature que les autres éléments de l'établissement. Entourée











Cafétéria, aula, photos H. Wyden, 1976 (Archives HEIG)
Plans indiquant l'emplacement privilégié des interventions artistiques (Archives HEIG)

d'une terrasse extérieure, correspondent aux espaces de déambulations intérieurs, l'aula renferme une série de gradins (400 places) coiffés d'une spectaculaire toiture reposant sur une série de sommiers disposés radialement et convergeant vers le centre de la scène. Une galerie supérieure y est logée, comprenant principalement les équipements de projection et d'éclairage pour la scène. Mêlant le béton brut aux couleurs orangées des aménagements intérieurs, cet espace étonnant résulte d'un heureux mariage entre le brutalisme organique de sa structure et l'aspect très 'Pop art' de son mobilier. Au même titre que le reste de l'école, ce lieu a d'ailleurs retenu l'attention de l'un des rédacteurs de la revue *Domaine public* (cahier 363, 1976) qui publia un article suite à l'inauguration du Technicum : « on aimerait découvrir les bâtiments : les journaux nous donnent, vive l'illustration, la tête de M. Debétaz. Ces constructions représentent un effort majeur de la collectivité. Ils seront à la disposition de plusieurs générations. Ils s'inscrivent dans le terrain. En conséquence, leurs qualités, leur conception devraient passionner le public. Leur réussite, c'est plus important qu'un exploit sportif, exaltant mais éphémère. On relève en cette matière pourtant l'absence totale de critique, donc l'absence de formation d'un goût collectif. Il faut donc dire ici la qualité remarquable du Technicum d'Yverdon, admirablement implanté dans son site, conçu par l'architecte Claude Paillard, dans le cadre d'un concours d'architecture, un de ces concours si décriés par les autorités qui aimeraient se simplifier la vie. On souhaite qu'un large public puisse comparer l'aula de l'école hôtelière [dont l'inauguration eut lieu à la même période], vulgaire salle de cinéma à éclairage clinquant, et l'aula d'Yverdon, qui a du style. »

I.1.b Le « Ballet mécanique » de Maurice Ruche

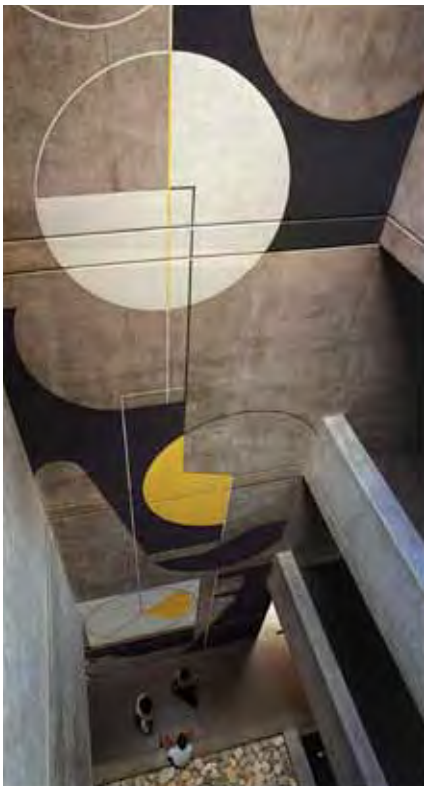
Conformément à la décision du Grand Conseil du 4 novembre 1955 concernant la décoration des édifices publics[5], un concours fut officiellement ouvert le 1 janvier 1976 par l'Etat de Vaud pour « la création d'une animation par la couleur de certains endroits privilégiés des bâtiments de l'Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud. »[6] La tâche n'a pas été simple pour les artistes répondant à ce concours. Bien que l'emplacement des surfaces privilégiées à l'intérieur et à l'extérieur leur fut indiqué, ils se retrouvaient non seulement face à une gigantesque masse de béton à investir mais devaient également harmoniser leur

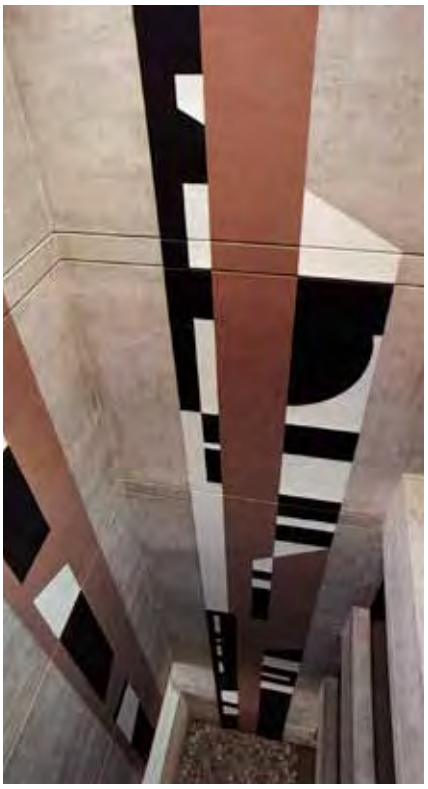
5 Loi qui prescrit que lors de constructions publiques, une part du budget (1%) doit être consacrée à la décoration de l'édifice. Par ailleurs, une somme de 180'000 frs seulement a été attribuée aux artistes à Yverdon, ne respectant pas le 1% du coût de construction. Le règlement a en effet été adapté de manière à ce que dans les grands bâtiments, seule la partie « habitée », publique, - le bâtiment des classes pour l'ETSEV – soit prise en compte dans le calcul des 1%, les secteurs industriels (laboratoires, hangars, etc..) n'étant pas comptabilisés….. (voir « La mise en couleurs du Technicum », *24 Heures*, 24 octobre 1977).

6 Le Jury était composé comme suit : G. Thalmann, directeur ETSEV ; B. Baeriswyl, artiste peintre ; S. Chappuis, maître ETSEV ; A. Girardier, architecte ; J.-P. Kaiser, artiste peintre ; C. Paillard, architecte ; A.-M. Matter, artiste lissière, représentante du Fonds cantonal des arts et des lettres. Suppléants : J.P. Chossis, ingénieur CETP ; R.-V. Geiser, graphiste, représentant du Fonds cantonal des arts et des lettres.













Maquette projet M. Ruche (Archives GTA)
Interventions artistiques de M. Ruche (*Bulletin du ciment* n° 24, 1981)

création avec la couleur orange choisie par l'architecte et omniprésente dans le bâtiment. « Mettre en couleur cette gigantesque courge devenait alors une gageure », comme le soulignait, non sans ironie, André Kuenzi, auteur d'un article paru sur le sujet dans un quotidien vaudois[7]. Le hall d'entrée ainsi que le réfectoire représentaient les deux espaces principaux retenus à l'intérieur, complété par les cages d'escalier et les espaces de distributions des divers niveaux. A l'extérieur, la mise en couleurs devait se situer sur les façades de l'aula ainsi que sur l'escalier de secours et la cheminée du bâtiment principal.

A l'issu de ce concours (18 juin 1976), 47 projets furent déposés. Deux artistes sont retenus par le jury : Maurice Ruche pour son projet « Ballet mécanique » qui animera l'intérieur du tronc commun et des laboratoires et Athanor Group pour son projet « Point Orange » chargé de la mise en couleur de l'extérieur de l'aula et de l'intérieur du réfectoire[8].

En accord avec l'architecte, les compositions de Maurice Ruche, réalisées en 1977, se concentrent sur le plafond du hall d'entrée, les puits de lumière présents dans le bâtiment principal ainsi que dans les espaces de transition des laboratoires. Présentant des qualités évidentes de compréhension de l'architecture et de la destination de l'école, ses compositions, réalisées avec une peinture acrylique, exploitent les thèmes enseignés à travers différents symboles comme le dessin et la mesure et illustrent les disciplines telles que l'électricité, l'électronique, la mécanique et le génie civil. Avec une verve toute personnelle, le critique d'art André Kuenzi[9] dans un article précédemment cité, dresse un portrait très enthousiasmant de l'œuvre de Maurice Ruche, bien que son admiration pour l'artiste soit à la hauteur de l'antipathie qu'il semble avoir pour le bâtiment et de l'aversion qu'il éprouve pour la couleur orange ! Il a néanmoins le mérite de décrire cette intervention de manière très complète :
« […] *Il a réussi à faire chanter les murs de cette « orangerie » en utilisant une gamme de tons froids allant des verts à l'outremer et au violet. Cette mise en couleurs nous paraît très réussie, et l'on se demande – vu les rythmes de l'architecture, la grandeur des espaces et la dominante orange – qui aurait pu faire mieux ! Entre parenthèses, on prétend – sur la base d'analyses très poussées ! – que l'orange est la couleur qui s'accorde le mieux au béton, que c'est une « compensation » du béton… Nous avons donc un très grand bâtiment en béton (gris) avec de vastes aplats orange (portes des classes, fragments de murs, etc.) Maurice Ruche n'avait plus le choix : la monochromie éclatante voulue par l'architecte imposait automatiquement certaines couleurs au peintre : les complémentaires.*

7 « La mise en couleurs du Technicum », *24 Heures*, 24 octobre 1977.
8 L'animation des escaliers de secours et de la cheminée du bâtiment principal fut finalement abandonnée suite à la décision de la commission d'art. Voir Procès-verbal de la Séance du 21 février 1977 de la commission d'art de l'Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud, Classeur « Commission d'art », Archives HEIG.
9 Le lausannois André Kuenzi (1916-2005) était critique d'art pour la revue *Formes et couleurs* ainsi que pour la *Gazette de Lausanne*. Auteur de très nombreux essais notamment sur Abraham Hermanjat, Charles Chinet, Paul Klee, P. Picasso, A. Giacometti et Louis Soutter, André Kuenzi était aussi poète. (Source : Anne-Lise Delacrétaz, Daniel Maggetti, *Ecrivaines et écrivains d'aujourd'hui*, p. 218 [BCU/Doc. vaudoise/bs/2010/06]).

Hors de là, pas de salut !
En outre, tous les éléments fonctionnels sont apparents et colorés : tuyaux de chauffage, câbles électriques, etc. Comme à Beaubourg, mais en plus petit ! L'artiste appelé à mettre son grain de sel dans cette fournaise était donc fortement conditionné. Il a joué le jeu, a gagné. Bravo !
Autre difficulté : le plafond, quadrillé par un jeu d'éclairages, obligeait le peintre à prendre le parti géométrique de l'horizontal-vertical. On ne pouvait guère choisir une autre solution. Volutes, arcs de cercle ? Peu recommandable. Il fallait encore ne pas trop surcharger le bateau : Maurice Ruche a eu la sagesse de respecter certaines proportions, de ne pas trop étendre ses couleurs, de rester, malgré tout, linaire. La composition géométrique du grand hall d'entrée (avec ses quatre tons froids) se poursuit dans les quatre « puits de lumière » et remonte dans les quatre niveaux.
[…] *Dans un des « puits », Ruche a joué avec des tons plus neutres : des bruns, des blancs et des noirs. Sobriété, noblesse. Au premier étage, il a peint contre l'un des murs une « fresque », une espère ce ballet mécanique dans des tonalités grises et jaune citron. Il a voulu rompre avec la sécheresse de l'équerre, jouer avec des arrondis et c'est très heureux. Seul inconvénient : les tonalités de cette composition sont quelque peu perturbées – suivant l'angle de vison - par l'agressif orange et l'ocre des vestiaires en forme de gazomètre. Dommage ! Mais cette « fresque » se poursuit sur trois étages, avec une belle autorité ! Ruche a réussi à passer très harmonieusement de la technique à l'art, et la puissance rythmique de toutes ses compositions n'est jamais « absorbée » par l'architecture – singulièrement imposante ! Tout est à l'échelle.*
Pour la mise en couleurs des quatre niveaux inférieurs du bâtiment – qui « cascade » le long du terrain – Ruche a joué avec toutes sortes de rappels dérivant du tronc commun (tonalité froides et chaudes). Il a aussi peint quelques compositions géométriques devenant comme autant de tableaux placés contre les murs […].»

Au final, n'en déplaise à certains réfractaires au béton et à l'emblématique orange issu des années « Pop art», l'architecture de Claude Paillard et l'art de Maurice Ruche semble avoir toujours coexistés, mettant respectivement l'œuvre de l'autre en valeur. L'intégration artistique est ici entièrement aboutie : aucune ambiguïté, aucun subterfuge, l'architecture soutient l'intervention de l'artiste, tandis que ce dernier en souligne intérieurement les volumes tout en conférant une certaine chaleur à l'édifice. Deux articles particulièrement élogieux parurent d'ailleurs à ce propos au début des années 1980, l'un dans le *Bulletin du ciment* (n° 24, décembre 1981) et l'autre dans la revue *Ingénieurs et architectes suisses* (n° 23, novembre 1983) respectivement sous la plume du professeur et architecte Gilles Barbey et du professeur et historien de l'architecture Jacques Gubler.

Le second projet de décoration projeté par Athanor Group eut un dénouement moins heureux. Ce groupe de « créateurs-réalisateurs » proposant des services dans un éventail de domaines aussi larges

que variés[10], avait été retenu pour la décoration extérieure de l'Aula et de l'intérieur du réfectoire. Après avoir accepté dans un premier temps la décoration de cette dernière, les rubans de couleurs proposés pour les murs extérieurs sont abandonnés, le Conseil d'Etat estimant qu'il était préférable de ne décorer aucune surface extérieure du bâtiment[11]. Remanié à maintes reprises, l'ensemble du projet sera finalement rejeté par le Conseil d'Etat, qui passa outre aux recommandations du jury[12]. Le projet avait en effet été examiné alors que le bâtiment était encore en construction. Une fois terminé, il apparut superflu d'ajouter d'autres éléments décoratifs à l'extérieur, « élément risquant de déséquilibrer et de troubler un bon accord »[13] dans une réalisation alors très bien accueillie par la population et les élèves. Décision, qui du point de vue architecturale, fut infiniment regrettée par Claude Paillard[14].

10 Aménagement et organisation de zones publiques et culturelles, architecture, audio-visuel, conceptions et réalisations graphiques, design, édition, exposition, muséographie, photographie, scénographie. Le groupe est formé de MM. Aubert, architecte ; Chabloz, imprimeur ; Froidevaux, photographe ; Geymeier, graphiste ; Hainard, sociologue et Kitabgi, graphiste.

11 Voir la Séance du 28 mars 1977 de la commission d'art, Classeur « Commission d'art », Archives HEIG.

12 Décision du Conseil d'Etat du 9 septembre 1977.

13 « La mise en couleurs du Technicum », *24 Heures*, 24 octobre 1977.

14 Voir lettre de l'architecte à G. Thalmann, directeur de l'ETSEV, datée du 28 mars 1977. Dossier 1956-82-Yverdon-ETSEV-Construction, cote S95 789, Archives cantonales vaudoises.



Laboratoires (Archives HEIG)

II.2 LA MATERIALITE

II.2.a « 60+60+60 » : le tracé régulateur de l'ensemble

Annoncées par quelques expériences pionnières dans l'entre-deux-guerres (citons les travaux de Konrad Wachsmann), les réflexions sur le thème de la coordination modulaire occupent une place prépondérante dans la production architecturale de la deuxième moitié du XX^{e} siècle. La mise au point d'un système basé sur « l'emploi systématique d'un module de dimensionnement » dans une logique de rationalisation de la construction par la réduction de la variété des composants, fait l'objet d'innombrables recherches étroitement liées à la notion de construction industrialisée. Comme pour l'affirmation du « standard » dans la construction, les organismes internationaux chargés « d'établir un système de dimensionnement qui devait être la base commune de la normalisation des différents pays associés »[15] furent particulièrement actifs à partir des années 1950, par la création de commissions spécifiques telles que l'*International Modular Group* (IMG) ou encore l'*Organisation internationale de la standardisation* (ISO). Avec un peu de retard, la Suisse romande s'engage aussi dans la connaissance et la diffusion des théories de coordination modulaire, avec la création du *Centre d'études pour la rationalisation du bâtiment*, qui se charge entre autres de diffuser, en 1965, l'important rapport bilingue de l'architecte Pierre Bussat (1963) faisant le point sur la question[16]. Parallèlement, les expériences se multiplient, notamment dans la construction scolaire – un programme bien adapté aux principes de coordination dimensionnelle – avec des exemples particulièrement marquants comme c'est le cas du programme de rationalisation des constructions scolaires CROCS initié par la Commune de Lausanne. La réalisation du Technicum d'Yverdon s'inscrit à plein titre dans ce contexte d'enthousiasme généralisé pour la coordination modulaire ; la formule bien connue « construire mieux, plus vite et plus économique » par l'optimisation des relations dimensionnelles, est le véritable fil rouge de la mise au point de l'œuvre de Paillard.
La question est en effet évoquée dès les premières phases du projet : le recours au principe de coordination modulaire est censé assurer la parfaite maîtrise des coûts et de la planification, sans préjuger la réussie architecturale de l'ensemble. Quant au choix du module, comme on le précise dans une note adressée au Conseiller d'Etat en charge du Département de l'Industrie et du Commerce, on décide assez rapidement de se rallier sur les données du principal programme lausannois de construction scolaire industrialisée : « l'ensemble des bâtiments est dessiné sur la base de la trame de 1,20 mètres recommandée par les normes du Centre de la rationalisation du bâtiment CROCS. »[17] Sur la

15 Heinz Joss, « La coordination modulaire dans le bâtiment », in *Bulletin Technique de la Suisse Romande*, 19ème année, n° 8, 17 avril 1965, pp. 105-115.
16 Pierre Bussat, *La coordination modulaire dans le bâtiment*, FAS SIA Centre d'études pour la rationalisation du bâtiment, éd. Karl Krämer, Zurich-Stuttgart, 1963.
17 ETSEV, Note pour M. le Conseiller d'Etat Ed. Débetaz, Chef du Département de l'Agri-



Le gros-oeuvre et le montage des éléments préfabriqués, extraits du film La construction de l'ETSEV, 1976 (Archives HEIG)

base de cette prescription de base, les architectes étudient ensuite le module type, sur lequel est réglé l'ensemble du Technicum. En décembre 1968, le choix est arrêté (ce qui comportera une légère diminution du cube total par rapport aux premières estimations) : la trame de base correspond à 3,60 mètres (voire 6 quadrillages CROCS de 60 x 60), auxquels on ajoute l'épaisseur des porteurs, établi à 30 centimètres. Ainsi, on retrouvera les 3,90 mètres du module de base (ce qui correspond bien évidemment à la trame de l'ossature porteuse à l'entraxe) dans l'ensemble des éléments constructifs – des panneaux préfabriqués en béton armé, aux façades vitrées. La déclinaison de la trame de base en sous-modules de 60 centimètres sera une mesure efficace afin d'éviter toute monotonie en assurant une remarquable unité architecturale à l'ensemble. Dans la même logique, les hauteurs entre-étages sont étudiées en fonction des besoins programmatiques ; elles sont déclinées dans les multiples du module dimensionnel de base (comme cela se lit clairement dans les diverses partitions des façades vitrées sur lesquelles nous reviendrons).

Bien que, comme on le verra, le système constructif du Technicum d'Yverdon – partiellement réalisé en œuvre –, ne se conforme pas complétement aux prescriptions en matière de préfabrication, l'ensemble projeté par Claude Paillard est particulièrement représentatif de la production contemporaine. L'étude modulaire minutieuse des éléments constructifs et leur agencement savant selon une règle de base clairement identifiée au départ, confèrent en effet à l'ensemble une très grande cohérence architecturale.

II.2.b De la structure porteuse aux enveloppes : « Tout en béton ! »

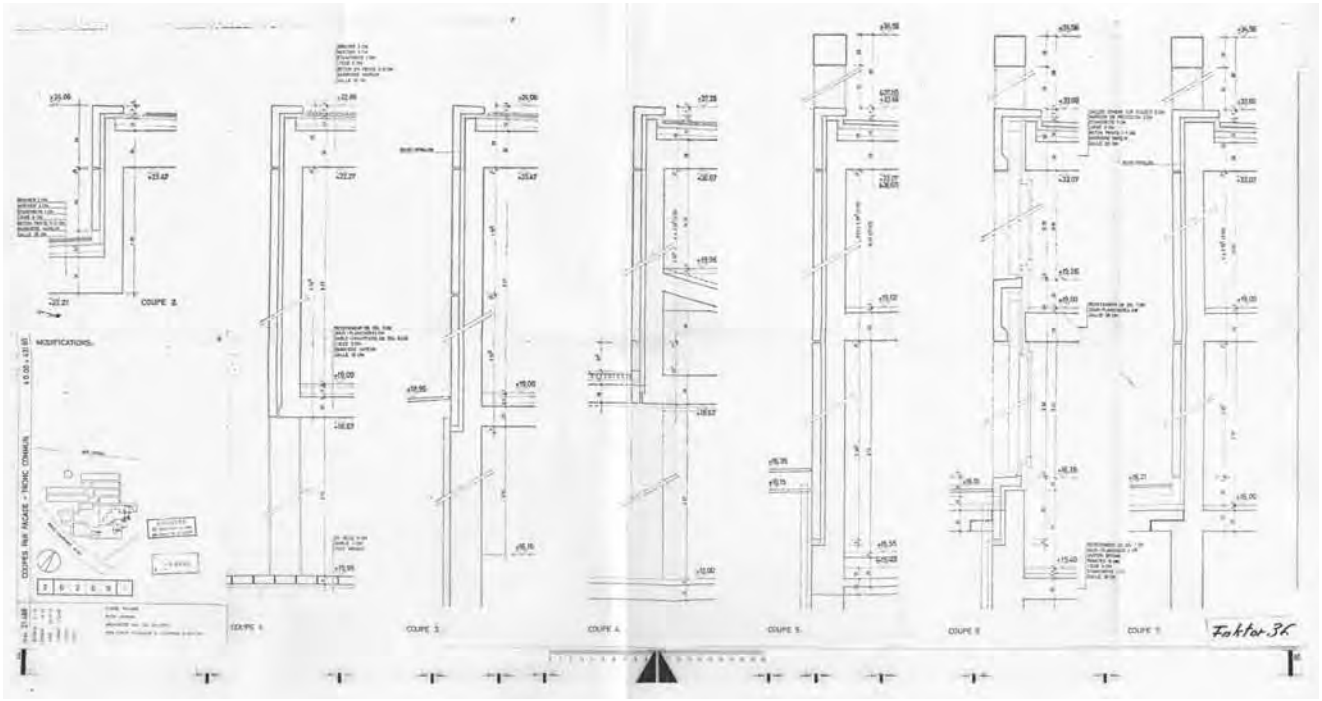
En ligne avec les impératifs de l'architecture des années 1960, la volonté de rationalisation de la construction est clairement exprimée par les architectes. Au principe de composition modulaire évoqué dans le paragraphe précédent, était en effet associé, dans les études d'avant-projet, un procédé de réalisation largement industrialisé : un système constructif réglé par la trame dimensionnelle pouvant bien s'adapter à celle-ci par la stricte répétition d'éléments préfabriqués identiques et opportunément assemblés – et cela du gros-œuvre aux finitions. En ce qui concerne la structure porteuse, ce principe a été toutefois rapidement abandonné au profit d'une ossature ponctuelle coulée sur place, les études ayant en effet démontré que cette option « s'avérait plus avantageuse du point de vue économique en raison de la disposition des niveaux enterrés, créant de sérieux obstacles à une réalisation industrielle »[18].
Bien que la structure ait été réalisée en béton armé coulé sur place[19]

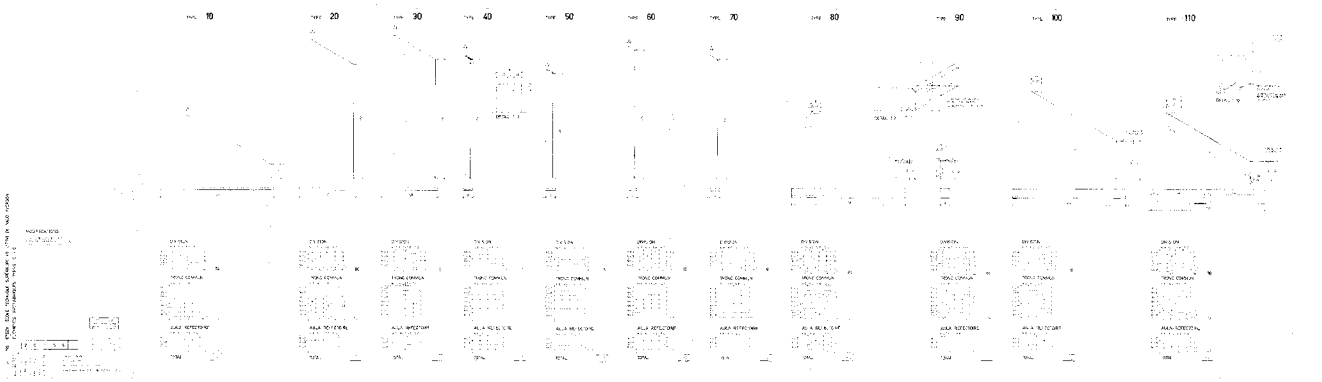
culture, de l'Industrie et du Commerce, 15 mai 1972 ; Archives Cantonales Vaudoises.
18 Claude Paillard, Peter Leemann, Robert Bass, « L'école technique supérieure de l'Etat de Vaud - Conception architecturale de l'ETSEV », tiré à part du *Bulletin Technique de la Suisse Romande*, n° 14, 8 juillet 1976, pp. 4-10.
19 En raison de la nature défavorable du terrain (« l'horizon molassique se trouve à un niveau très variable », indiquent les sondages géotechniques), un soin particulier est mis dans la conception des fondations. L'ensemble des « divisions » est fondé « sur 331 pieux 'Zeissl' de 3 à 11 mètres de longueur, alors que le reste de la construction repose directe-





Couverture du *Journal de la Construction Suisse Romande*, n° 18, 1982 ; EINEV, détail de la façade, ph. H Wyden, 1976 (Archives HEIG)



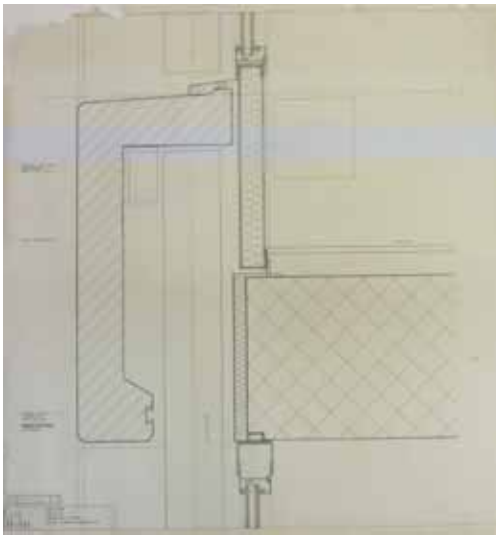


EINEV, *Coupes par façade tronc commun*, 1973, 1/10e (haut); EINEV, *Eléments préfabriqués types 10-110*, 1973, 1/20e (Archives SIPAL)

– selon un principe constructif bien plus traditionnel donc –, la volonté de rationalisation de la construction reste clairement exprimée dans le traitement des vastes enveloppes opaques du tronc commun : des panneaux préfabriqués non porteurs en béton armé apparent, fixés à la grille bidirectionnelle poteaux-poutres conçue sur la trame de 3,90 mètres. Composés d'éléments en béton mis en place avant le bétonnage des murs intérieurs (ou, comme le cas des acrotères, boulonnés sur ceux-ci) avec incorporation d'une isolation collée (4 cm de polyuréthane) sur les surfaces après la pose en chantier, ils s'insèrent dans la trame structurelle créant une surface extérieure continue. La réalisation du gros-œuvre tient d'ailleurs compte de cet aspect : les nez des dalles, calculés pour recevoir la surcharge linéaire due à l'accrochage des façades, sont légèrement reculés, afin de permettre la pose des panneaux préfabriqués de 8 centimètres d'épaisseur au nu extérieur des piliers. Ainsi, sur les parties opaques qui caractérisent les façades à l'arrière (sud et sud-est) du tronc commun, se dessine une surface parfaitement lisse, finement scandée par les légers joints creux entre les éléments, selon un calepinage régulier qui alterne deux grands panneaux disposés verticalement aux piliers de section 30 x 30 de la structure. L'élément type est de 1,80 x 3,60 mètres, sa dimension étant étudiée en fonction des impératifs de production en usine. Le même principe est appliqué aux façades des classes : les bandeaux en béton préfabriqué qui recouvrent les nez des dalles suivent le profil extérieur des poteaux ; les panneaux vitrés posés dans la trame structurelle sont reculés par rapport à la grille alvéolaire formée par les éléments en béton, ces derniers étant alignés au nu extérieur. A ce propos le bâtiment n'est pas sans rapport avec le courant « minimaliste » qui se déploie aux Etats-Unis soit dans l'architecture (Mies van der Rohe) soit dans les arts plastiques (Sol Lewitt).

Qu'il s'agisse des façades opaques ou des enveloppes largement vitrées des classes, l'image du bâtiment est donc sans équivoque celle d'une construction industrialisée, conçue sur une rigide grille modulaire et composée par des éléments préfabriqués de grande dimension. A démonstration de cette volonté – architecturale avant tout – on peut citer le traitement des piliers : le film tourné lors de la réalisation du gros-œuvre coulé sur place montre que les coffrages intègrent une double engravure horizontale à l'endroit des noeuds poteau-poutre. Le recours à ce « faux joint négatif » dans les éléments verticaux donne l'illusion de l'assemblage d'éléments verticaux préfabriqués comme c'est le cas des panneaux prêts à la pose des enveloppes opaques. Rappelons que les piliers et les murs intérieurs sont au contraire coulés sur place.
Dans la même logique, un soin particulier est mis dans le traitement des bétons afin d'harmoniser les « parties de façades coulées sur place (p.e. piliers) et d'autres préfabriquées (parois pleines, éléments d'acrotères etc.). »[20] Cela concerne non seulement l'apparence et la finition des éléments coffrés sur place par l'utilisation de coffrages métalliques dans le

ment sur la molasse » ; cf. A. Perret-Gentil, J. Wunderli, « L'école technique supérieure de l'Etat de Vaud – Les structures porteuses », tiré à part du *Bulletin Technique de la Suisse Romande*, n° 14, 8 juillet 1976, pp. 10-11.
20 ETSEV, Discussion avec les représentants de la maison Fecoma, procès-verbal de la séance du 25 septembre 1972 ; Archives Cantonales Vaudoises.





EINEV, *Acrotère de 45 cm de largeur*, 1973, 1/1 (Archives GTA), on peut remarquer le principe constructif de la façade vitrée ; photos TSAM, mai 2012







HEIG-VD, façades sud et sud-est, éléments préfabriqués en béton armé ; photos TSAM, mai 2012

but de reproduire la même surface lisse des panneaux préfabriqués et du recours à des granulats très fins, mais également le contrôle de la teinte des divers bétons. Les architectes recommandent en effet l'utilisation du même ciment (sachant que le béton utilisé par l'entreprise Fecoma ayant remporté l'appel d'offre pour le lot gros œuvre, provient de Roche, tandis que la qualité utilisée habituellement à Yverdon et celle qui provient d'Ecublens) proposant également de réduire les différences de couleur en teintant la masse du béton frais, comme cela a été fait, expliquent-ils, dans des bâtiments remarquables comme l'Ecole cantonale de Coire.

Comme le relève le jury qui attribue le Prix Béton 1981 à l'HEIG-VD d'Yverdon, « l'amoindrissement du poids visuel par une modulation en plaques » est assurément remarquable. L'image du bâtiment se distingue en effet très clairement des œuvres des architectes qui, dans les mêmes années, exposent le béton brut de décoffrage en tirant parti des marques et des imperfections des surfaces coffrées. Il n'y a aucune tentation pour l'architecture sculpturale qui valorise la composition de formes libres par la puissance expressive du béton armé, comme le font les architectes suisses Walter Maria Förderer ou Otto Glaus à partir des années 1960[21]. Également, Paillard ne cherche pas à adhérer au courant dit « brutaliste » qui, par une utilisation franche des matériaux bruts, restitue des surfaces d'une grande expression plastique. Comme nous l'avons évoqué, l'image que l'école d'Yverdon nous renvoie est plutôt celle d'un bâtiment issu de l'assemblage savant d'éléments préfabriqués de grandes dimensions. Parfaitement contrôlé au niveau des proportions, le calepinage très strict des éléments constructifs, subtilement disposés et parfaitement intégrés entre eux, rappelle plus les expériences de préfabrication lourde, par l'utilisation des innombrables brevets qui fleurissent à partir de l'immédiat second après-guerre (citons, dans la même région, l'opération Pont des Sauges à Lausanne réalisée selon le système IGECO[22]) que « l'architecture sculpturale et organique »[23] en béton armé dont la Suisse compte des exemples très significatifs. Si on compare le Technicum d'Yverdon au théâtre de Saint-Gall, achevé par Claude Paillard quelques années auparavant (en association avec Cramer et Jaray, 1964-1968), le bâtiment d'Yverdon représente en même temps le dernier exemple d'utilisation du béton brut de décoffrage et un véritable tournant dans l'œuvre de l'architecte, qui, dans sa dernière production fera systématiquement recours au revêtement extérieur léger des enveloppes intégrant une isolation.

II.2.c Les enveloppes transparentes : les modules en verre et métal

Un admirable rapport s'établit entre les façades en béton armé et celles

21 Citons, à titre d'exemple, le collège à Aesch (Walter Maria Förderer, avec Otto&Zwimpfer, 1958-1961), ou encore l'école cantonale de Coire (Otto Glaus, 1967-1969).
22 Quartier Pont des Sauges, Lausanne, Dominique Gilliard, Bernard Calame, Jean Schlaeppi, 1965-1969.
23 Ch. Allenspach, *L'architecture en Suisse. Bâtir aux XIX^e^ et XX^e^ siècles*, Pro Helvetia, Zurich 1999.

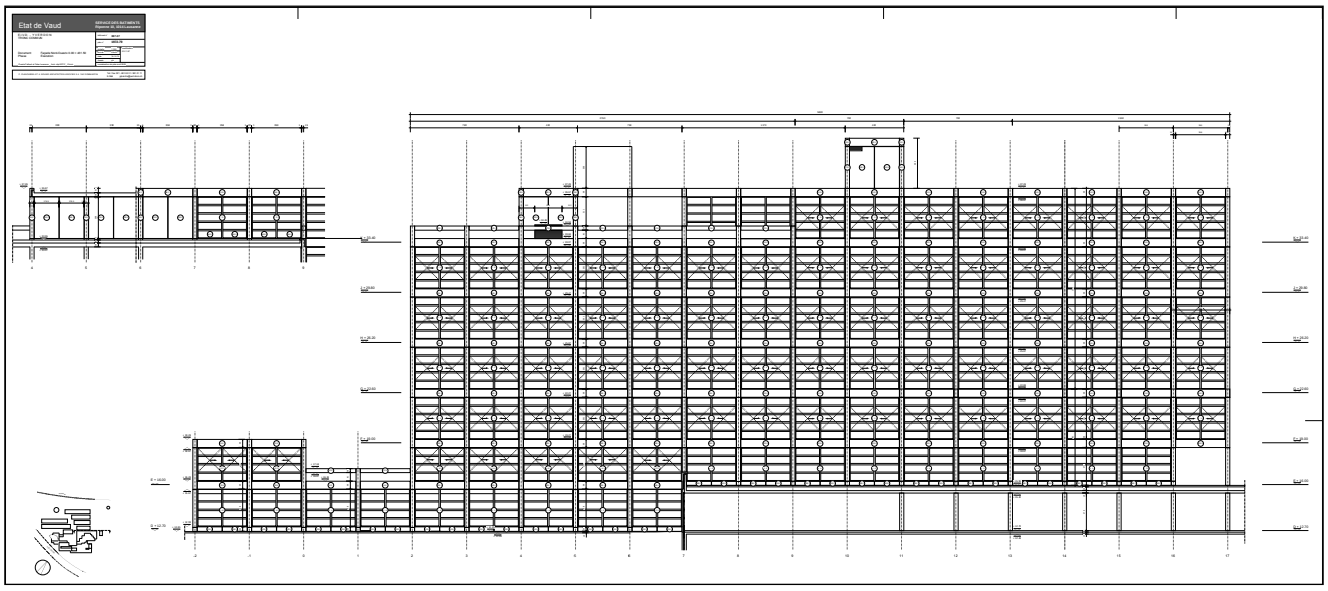




EINEV, tronc commun, ph. H Wyden, 1976 (Archives HEIG)



Claude Paillard architecte, perspective du volume du réfectoire (variante), sans date (Archives GTA)

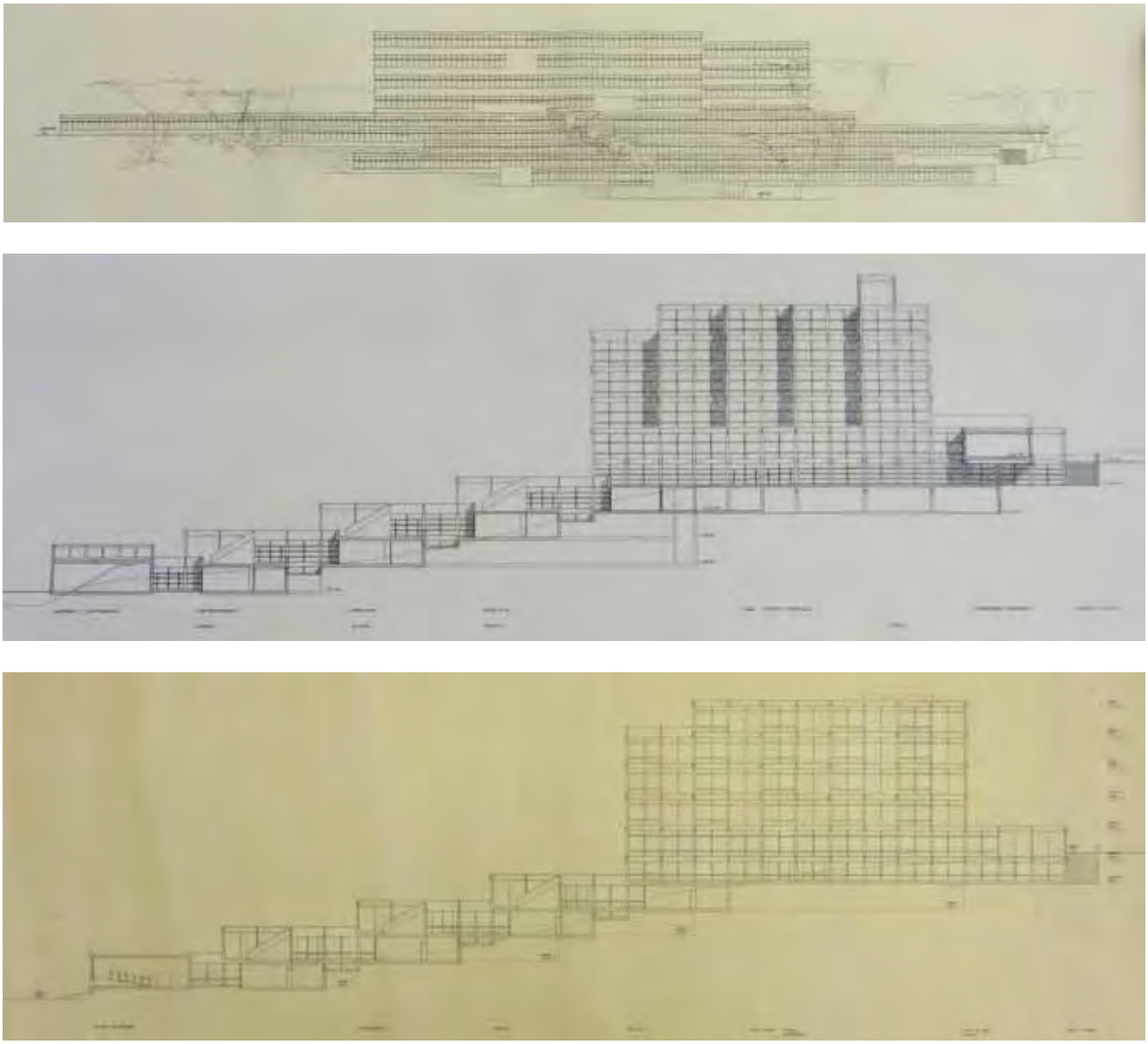


EINEV, *Tronc commun, façade nord-ouest*, 1974, 1/100e (Archives SIPAL)

en verre et métal qui caractérisent les classes, les laboratoires, les enveloppes au rez-de-chaussée ainsi que les volumes de la cafétéria et de l'aula. Si le traitement des enveloppes opaques en béton armé sur les façades sud affiche en effet une surface lisse, presque brillante, continue et extrêmement soignée quant à sa finition, les façades transparentes du tronc commun s'insèrent dans la grille alvéolaire de la structure porteuse, légèrement reculées par rapport à celle-ci, créant un effet bien plus dynamique à l'échelle de l'ensemble, augmenté d'ailleurs par le retournement des modules transparents sur deux côtés des volumes à redent des classes. Malgré le traitement fondamentalement différent des parties opaques et transparentes, l'ensemble est dessiné avec une grande cohérence.
Le dessin à forte dominante horizontale par la répétition systématique du module rectangulaire de base de 60 centimètres de hauteur qui compose les enveloppes vitrées[24], ainsi que – bien évidemment – leur couleur orange vive, participent à plein titre à l'expression architecturale de l'ensemble.
Comme l'attestent les nombreuses variantes de projet conservées dans les archives de Claude Paillard, un soin particulier est en effet mis par les architectes dans la définition de la partition des façades vitrées. La mise au point de la scansion des modules transparents apparaît en effet laborieuse, résultat d'une longue analyse architecturale. De la version à forte prédominance opaque du concours, par l'alternance d'allèges massives et de bandeaux transparents, aux solutions qui distinguent les enveloppes du tronc commun par une partition moins dense des menuiseries, à l'alternance de modules entièrement vitrés avec des panneaux plus élaborés, le dessin définitif passe par de nombreuses variantes. Le choix sera finalement celui d'utiliser la même partition dans l'ensemble du complexe, selon la scansion en petits éléments de 60 centimètres de hauteur que nous connaissons.

Réalisées par l'entreprise A. Felix à Bussigny – active dès l'immédiat second après-guerre et particulièrement réputée dans le domaine des menuiseries métalliques[25] –, les enveloppes transparentes sont composés de profilés en aluminium et parties vitrées intégrant des verres isolants. Contrairement à leur apparence, il ne s'agit pas d'éléments préfabriqués, voire de modules prêts à la pose, simplement glissés dans les alvéoles structurelles. Les façades vitrées sont au contraire constituées de profils indépendants assemblés directement sur le chantier. Le principe est en effet celui de l'emboîtement de profilés extrudés en U : la traverse supérieure, fixée à la dalle soit par une réservation linéaire prévue dans celle-ci, soit au moyen d'une cornière boulonnée au gros-œuvre, accueille les cadres fixes par une liaison télescopique, censée absorber, par sa souplesse, les déformations de la structure porteuse. Les façades sont donc suspendues à la traverse principale, sans fixation ultérieure sur les côtés (hormis le jointoyage en matière synthétique) et au sol (une

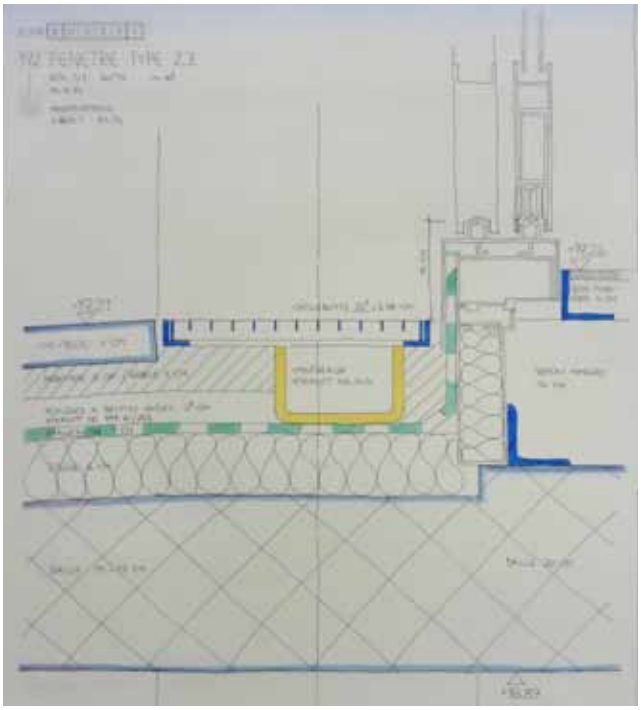
24 Pour la description de la scansion des enveloppes vitrées, voir le paragraphe III.2.c *La partition des façades.*
25 Jean-Pierre Vorlet, *André felix – 40 ans de novation. L'aluminium dans l'architecture*, Anthony Krafft éditeur, Paris-Lausanne, 1988.

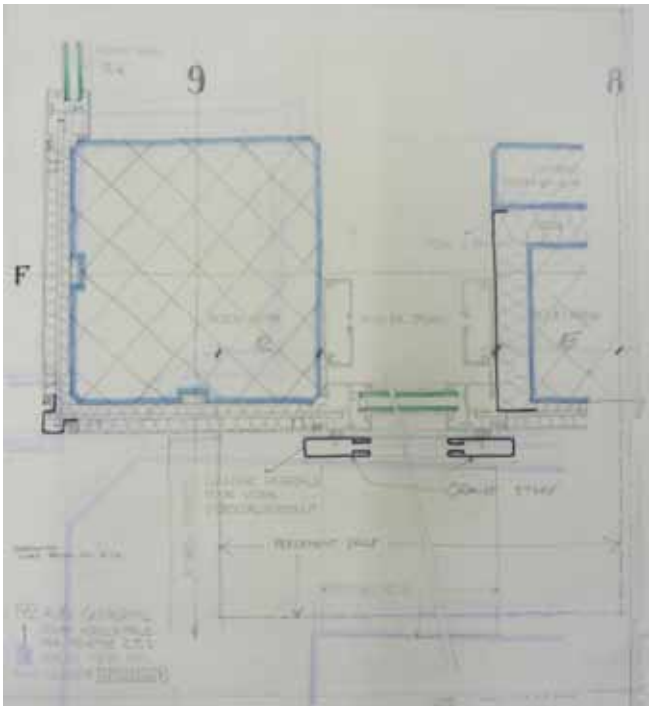


EINEV, variantes de façade, 1965 à 1970 (Archives GTA)



Le montage des enveloppes transparentes, extraits du film La construction de l'ETSEV, 1976 (Archives HEIG)



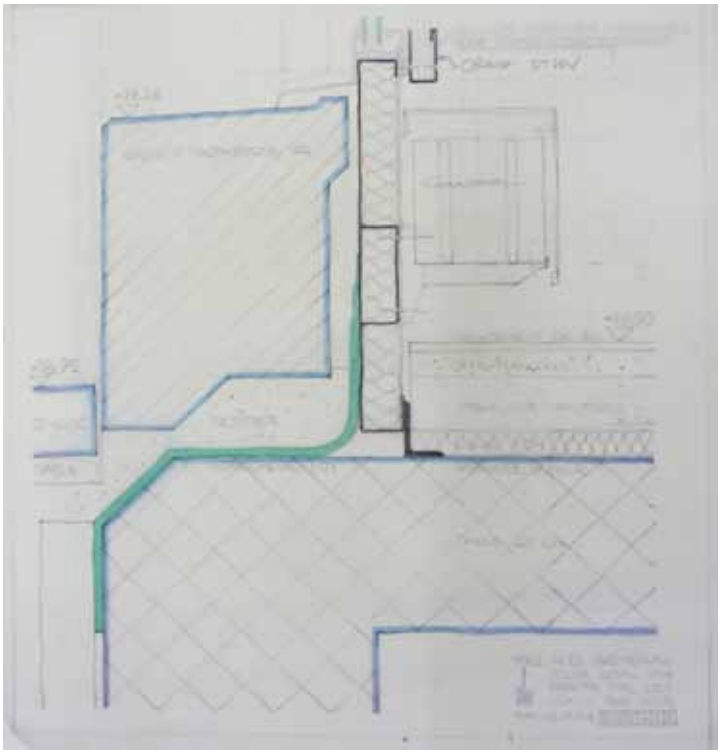


EINEV, *Fenêtre type 2.7*, 1973-74, 1/1 (gauche) ; EINEV, *Coupe horizontale sur fenêtre 2.5.1*, 1975 (Archives GTA)





Façades sud et sud-est, photo TSAM, mai 2012 (gauche); EINEV, *Coupe fenêtre type 5.1* (sur coulissant), 1973, 1/1 (Archives GTA)





EINEV, *Auditoire général, coupe détail par fenêtre type 2.5.1*, 1973, 1/1 (gauche, Archives GTA)
Tronc commun, salle de classe type, photos TSAM, mai 2012 (gauche et bas)













cornière solidaire de la structure porteuse les maintient tout simplement en place). Les ouvrants coulissants – également prêts à la pose et intégrant les vitrages – sont fixés ultérieurement. Les verres des parties fixes complètent le montage des façades transparentes.

L'une des caractéristiques principales des enveloppes vitrées est l'absence de tout élément extérieur en saillie (notamment des renvois d'eau, l'étanchéité étant assurée par la correcte liaison des composants et le recours à des joints synthétiques). Les façades sont en effet parfaitement lisses, les éléments étant assemblés dans le même plan, sans arêtes ni nervures, comme c'est le cas du système de fixation des doubles vitrages : les verres du type *Twindow* (une licence américaine, parmi les premiers producteurs de doubles vitrages dans le second après-guerre) sont en effet assemblés grâce à des profils en néoprène très fins, littéralement dissimulés dans des cadres épais alignés au nu extérieur. La face extérieure très lisse des enveloppes transparentes est mouvementée uniquement par le plan différent (surépaisseur) des ouvrants : les larges baies coulissantes (qui correspondent généralement à trois modules de 60 centimètres pour les classes du tronc commun et les laboratoires), sont en effet fortement en saillie, dynamisant ainsi, par le double plan des vitrages, les vastes surfaces transparentes. Le coulisseau du store à lamelles à commande électrique, posé dans l'axe des modules vitrés et devant ceux-ci, brise l'effet d'une excessive dominante horizontale des profilés, créant un jeu d'ombre sur les façades vitrées.

L'aspect intérieur est aussi parfaitement contrôlé par les architectes qui privilégient la continuité des enveloppes, évitant l'effet de percement. Par exemple, dans les classes (dont la largeur correspond à deux trames structurelles), deux partitions de vitrages sont fixées d'une part et d'autre du pilier. Ce dernier étant recouvert d'une plaque en aluminium thermolaqué de la même couleur (qui intègre les commandes électriques des stores), l'image qui en résulte est celle d'un panneau continu sur la largeur de la salle, se retournant à l'angle nord avec la même partition, voire la continuité des traverses. Le dessin des enveloppes, fortement caractérisées par la répétition régulière des modules horizontaux soulignée par la cadence des traverses, intègre les cache-convecteurs spécialement produits par la Maison Runtal. Posés en partie basse (très discrets depuis l'extérieur), ces éléments sont minutieusement définis par les architectes qui demandent à l'entreprise d'assurer la même teinte et des « assemblages à angles vifs », selon les mêmes procédés que l'usinage des profils en façade afin de les intégrer à celle-ci.

Bien évidemment, la couleur – « orange ETSEV » comme on le nomme dans les plans –, comme nous l'avons évoqué à plusieurs reprises, joue un rôle essentiel dans la définition architecturale des enveloppes et plus généralement de l'ensemble. Les architectes confient un soin particulier à la finition des composants en aluminium, non seulement au niveau de la teinte – la nuance est parfaitement contrôlée – mais également en termes d'homogénéité des surfaces obtenue par un traitement de thermolaquage – le Superlux Emaillack à deux couches – qui offrait à l'époque des bonnes garanties de durabilité et a d'ailleurs maintenu ses promesses (comme l'atteste l'absence aujourd'hui de craquages et problèmes de corrosion superficielle).

Les façades du Technicum d'Yverdon ne reproduisent ni les décrochements subtils à l'endroit des encadrements des fenêtres en béton préfabriqué teinté de l'école primaire de Mattenbach (Winterthur, 1963-1974) ni les très épurés panneaux en aluminium de la plus ancienne Mittelschule Schüpfheim (Lucerne, 1958-1962), toutes deux réalisées par l'agence Paillard. Ici, les architectes expérimentent un système de répétition du « type », jouant de manière subtile avec les proportions des éléments. « Malgré l'emploi d'un module unique, l'auteur a réussi à éviter la monotonie »[26]. Ainsi s'exprime en effet la critique architecturale sur la réalisation de Claude Paillard à Yverdon. Le recours à un module répétitif n'est en effet nullement synonyme d'excessive uniformité. Bien que les façades des salles de cours du tronc commun soient identiques, la déclinaison de divers « types » - se distinguant par nombre de modules, ainsi que par type d'ouvrant (imposte, porte-fenêtre, coulissant, etc.) - dans les autres parties du bâtiment, évite une apparence trop régulière, dans un équilibre subtil de grand effet plastique. Étudiées de manière détaillée, comme l'attestent les nombreux dessins au 1/20^{e} conservés dans les archives de l'architecte, cette variété dans la définition des enveloppes est assurément remarquable. La présence des stores à lamelles de la même couleur orange vive, contribue à accentuer cet aspect.

Les enveloppes participent pleinement à la définition de la spatialité intérieure. Si les façades vitrées caractérisent déjà fortement les salles des classes du tronc commun par leur juxtaposition avec les vastes surfaces en béton brut, cet aspect est encore plus évident aux étages des laboratoires. Une relation étroite s'établit en effet entre les façades et les partitions intérieures des cloisons mobiles qui, réalisée selon le même principe constructif, la même trame et la même teinte (elles sont également fabriquées par la maison A. Felix) répondent aux éléments de façade, créant ainsi une admirable continuité spatiale. Dans la même logique, il faut citer la mise en couleur des réseaux et leur disposition au droit des façades, selon un véritable « dessin » qui participe à plein titre à la définition architecturale des enveloppes.

26 *Prix Architecture Béton 81*, Société Suisse des fabricants du ciment, chaux et gypse, Zurich, 1981, p. 7.

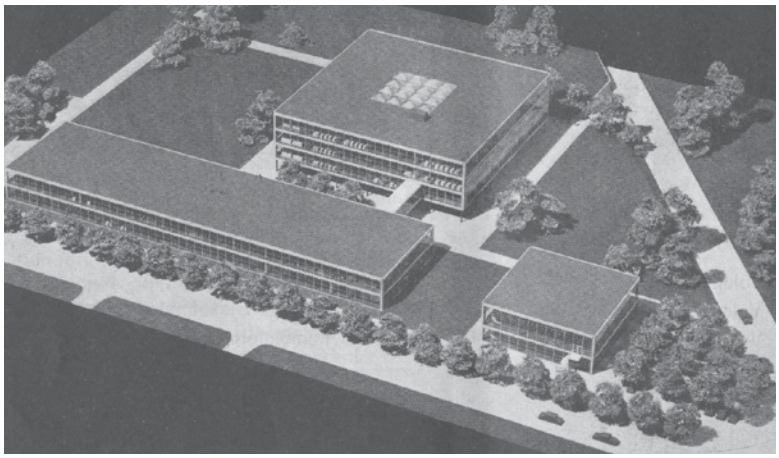
II.3 LE CARACTERE D'UNICITE OU REPRESENTATIVITE DE L'EDIFICE

Alors que la première vague de technicums réalisés en Suisse dès la fin du XIX^{e} siècle et au tournant du XX^{e} siècle (Winterthur, Bienne, Berthoud, Fribourg, Le Locle, Genève, Saint-Imier) affichent des bâtiments en centre ville au langage architectural essentiellement classique où se mêlent pierre de taille, chaînages et toitures à deux pans, la seconde phase de réalisation amorcée dès les années 1950 et qui se poursuivra jusqu'au début des années 1970, verra naître des modèles très différents (Lugano-Trevano, Lucerne, Muttenz, Brugg-Windisch, Buchs, Le Locle, et Rapperswil), tant au niveau des matériaux que de la composition. Le Technicum d'Yverdon clôt ce deuxième cycle de constructions, portant à quinze le nombre d'écoles techniques supérieures reconnues par la Confédération à cette période. Considérée, parfois avec une certaine condescendance, comme une filiale professionnelle de l'enseignement technique, comparée à la voie académique que représente l'université, le Technicum doit prendre en compte de multiples facteurs inhérents au programme qu'ils dispensent, de manière à allier conjointement un enseignement théorique et pratique. Appelant une organisation singulière dictée par des besoins précis et en constante évolution en termes d'équipement, de dimensions, de matériaux et de lumière, ces établissements se présentent souvent sous la forme de plusieurs entités regroupées sur un même site de dimensions variables, qui tend à s'éloigner des centres villes. Le panorama suisse qui s'affiche durant les trente glorieuses, a la particularité de présenter un large éventail de typologies (linéaire, pavillonnaire, agrégation de cellules…) appliqué à ces écoles techniques, dans des compositions à la fois compactes et sur plusieurs niveaux ou, à l'inverse, sur la formule dérivant des grands campus internationaux, plus étendus et comprenant des éléments bas. En termes de langage architectural, une constante se dégage des principales réalisations : la mise en avant de l'expression des façades à travers une grille structurelle affirmée composée d'éléments répétitifs métalliques ou en béton. Etonnamment, l'exploitation des qualités plastiques du béton est peu exprimée dans ces établissements, laissant un certain néo-brutalisme aux écoles secondaires ou aux sections scientifiques des universités. A cet égard, le Technicum d'Yverdon représente un cas très intéressant, tant dans l'exploitation d'une grille de façade secondée par l'utilisation de menuiseries identiques que dans une certaine exaltation des bétons, sensiblement perceptible à l'arrière du bâtiment, côté sud-est qui se referme complètement. En effet, les technicums de Muttenz (Bâle, 1963-1964, W. Wurster, H. Beck, H. Baur architectes), de Brugg-Windisch (Argovie, 1964-66 et 1968-69, Bruno et Fritz Haller architectes) et de Rapperswil (1971-1972, Paul Tittel architecte), qui représentent trois réalisations importantes de Hautes écoles techniques réalisées quelques années avant celle d'Yverdon, diffèrent de cette dernière. A Muttenz, sur une composition linéaire, deux bâtiments compacts et unitaires relativement élevés (5 et 9 niveaux) se font face, reliés par une galette centrale de deux niveaux. Un volume annexe prend place devant cette composition, comprenant un vaste restaurant-réfectoire. Les deux blocs principaux affichent des façades rythmées par de larges bandeaux et piliers

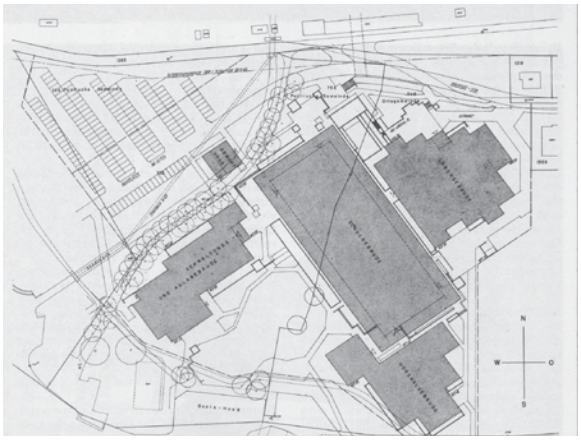


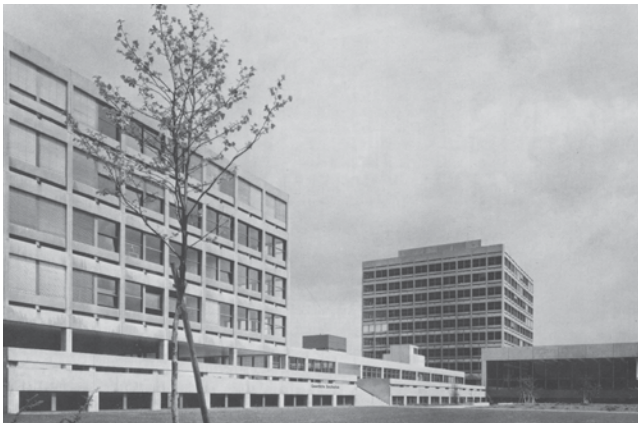












De haut en bas, gauche à droite :

Ecole d'Horlogerie et de Mécanique de la Chaux-de-Fonds
Technicum du Locle (*Inauguration du Technicum neuchâtelois*, 1953)
Façade Technicum de Brugg-Windisch (*Werk,* n° 12, 1968)
Plan Technicum de Brugg-Windisch (*Baublatt*, n° 40, 1964)
Façade Technicum de Rapperswil (Roland zh photo 2012)
Plan Technicum de Rapperswil (*Planen und Bauen,* n° 9, 1973)
Technicum de Muttenz (*Schweizer Journal*, n° 9, 1973)

de béton en saillie tandis que la galette et le restaurant se démarquent avec leurs longues baies vitrées aux menuiseries métalliques. A Brugg-Windisch, les architectes ont opté pour une organisation pavillonnaire, articulée autour d'une cour centrale. Sur une structure entièrement métallique, les façades-rideaux en acier inoxydable viennent délicatement envelopper les différents volumes totalement indépendants – une longue bande renfermant les laboratoires sur 2 niveaux, un grand bloc unitaire pour le bâtiment principal de 4 niveaux et une annexe contenant l'aula et le réfectoire sur deux niveaux - et forment une fine grille de modules de vitrage, entrecoupés de bandeaux en aluminium ondulé. Cette école a d'ailleurs fait récemment l'objet d'un assainissement et d'une rénovation complète (2003-2012, par Architektengruppe Olten AG) qui ont concerné en priorité les installations techniques. Dans la même lignée, le Technicum de Rapperswil reprend également le parti pavillonnaire mais ici dans des volumes très bas (de 1 ou 2 niveaux) munis de magnifiques façades en acier corten rythmées par des travées assez étroites. Chaque volume possède une forme distincte, traités en redents pour deux d'entre eux, en bloc linaire pour un autre et sous la forme d'éléments juxtaposés pour le dernier tout en affichant une façade analogue, élément identitaire de cette réalisation. [27]

II.3.a L'Ecole technique d'Yverdon ou le témoin d'une transition architecturale

En choisissant une partition de façade très marquée, associée aux qualités esthétiques du béton, Claude Paillard se situe dans la lignée de l'Ecole d'Ulm en Allemagne (plus précisément la « Hochschule für Gestaltung » d'Ulm), réalisée par Max Bill entre 1953 et 1955. Cette école supérieure - comprenant un enseignement alliant la théorie à la pratique - pensée dans la continuité du Bauhaus fit date dans l'histoire de l'architecture et influença un grand nombre de réalisations scolaires dans les années suivant sa réalisation, sans pour autant réellement toucher le domaine des écoles techniques. Avec ses divers pavillons qui s'insèrent dans le paysage, en fonction des courbes et des niveaux de terrain, et dont la hauteur oscille entre des volumes de plain-pied et un petit bâtiment de 5 étages, elle représentait également une nouveauté en termes de construction. Intégralement en béton, c'est en effet à Ulm « qu'on a pour la première fois utilisé à cette échelle le béton nu coulé dans les coffrages extérieurs et murs intérieurs, dont un grand nombre restent visible. »[28] Dans les années soixante, plusieurs architectes suisses suivirent ses traces dans la réalisation d'écoles secondaires, l'enseignement technique supérieur étant peu représenté dans ce courant comme relevé précédemment. Le centre d'apprentissage à Hardau de Otto Glaus, Ruedi Lienard et Max

27 La Haute Ecole de Rapperswil a fait l'objet d'un agrandissement sous la forme de nouveaux pavillons particulièrement bien intégrés au site (1998-1999, Barbara Burren, Ingrid Burgdorf architectes). Comme à Yverdon, cette possibilité d'agrandissement faisait partie des directives du projet de base du Technicum de Rapperswil.

28 Margit Staber, *SDZ*, 2.10.1955 in *l'école d'Ulm : textes et manifestes*, publié à l'occasion de l'exposition « L'Ecole d'Ulm : design, architecture, communication visuelle » à Paris en 1988, p. 61.

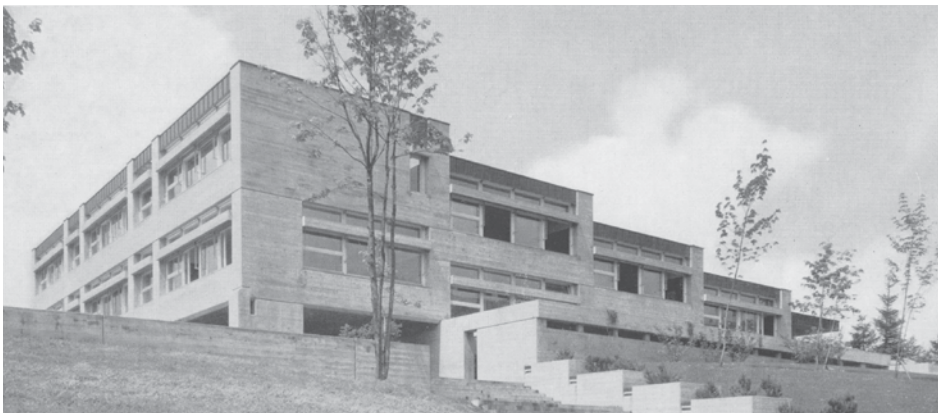







De haut en bas, gauche à droite :

2 vues de l'Ecole d'Ulm (*L'école d'Ulm textes et manifestes*, 1988), Ecole à Hardau (*L'Architecture d'Aujourd'hui,* n° 121, 1965)
Ecole de Watt (*Werk*, n° 7, 1969), Ecole Stettbach (*Werk,* n° 7, 1969), Ecole de Loreto (*Werk*, n° 2, 1970)



Ecole à Schupfheim (*L'Architecture d'Aujourd'hui*, n° 121, 1965)

Buhofer (1965) exploite remarquablement les possibilités plastiques qu'offre le béton, dans une composition s'articulant autour de patios et de jardins. De même pour l'école secondaire de Watt à Zurich-Effretikon (Manuel Pauli architecte, 1968), où les salles de classes s'articulent en redents autour d'une vaste cour centrale. Les volumes sont caractérisés par le traitement du béton brut de décoffrage et magnifié par des interventions artistiques qui animent les espaces jusque dans les classes. Dans la même veine, on peut encore citer l'école secondaire *Stettbach* à Zurich Schwamendigen (Rudolf et Esther Guyer, 1964-67) et le centre scolaire de Loreto à Zoug (Walten Schindler, 1967-1969).

A Yverdon, le projet de Claude Paillard oscille entre une conception et une composition ancrées dans les années 1960 – rappelons que le premier concours date de 1965 – et une réalisation où l'importance des matériaux et la prépondérance de la couleur orange renvoient à un langage amorcé au tournant des années 1970. Il apporte une solution adaptée sur la base d'une modularité répandue à cette période. Son décrochement de façades, sa grille structurelle, son exploitation de la pente et ses modules de façades répétitifs, sont habilement exploités, conférant une unité tangible à l'ensemble dominé par ses larges surfaces de béton. L'architecte s'était d'ailleurs déjà extrêmement bien exprimé à travers cette matière brute au Collège de Schüpfheim (1960-62), puis dans le théâtre de Saint-Gall (1964-68), œuvres toutes deux très remarquées. Néanmoins, à Yverdon, la référence au brutalisme a évolué vers un traitement plus lisse du béton, moins nerveux, conférant une esthétique particulière à la partie sud-est du bâtiment, matérialisée par de grands panneaux préfabriqués et juxtaposés. Cette maîtrise du béton se résume parfaitement dans les propos du Jury qui attribua le *Prix Architecture béton* à l'architecte en 1981 : « […] C'est grâce à l'emploi conséquent du béton que les différents éléments du programme se fondent en une unité imposante et que l'extérieur se lie à l'intérieur. Les façades est étant proches d'une future artère à grand trafic, elles sont traitées en corps sculptural fermé alors que les façades sud-ouest s'ouvrant sur une vue lointaine et verdoyante sont traitées en squelette aéré. Les colonnes sont coulées sur place, les allèges préfabriquées. Le jeu précis des joints est enrichissant. Malgré l'emploi d'un module unique, l'auteur a réussi à éviter la monotonie. Le béton, omniprésent dans les grands espaces d'accueil et de circulation intérieurs contribue à la qualité de l'expérience spatiale. […] Dans les mains de Paillard le béton est un matériau pratique, naturel, distingué dans la nature, animé dans sa modulation et flexible dans son emploi. Ici il ne s'agit pas de décoration.[29] » En outre, de part sa composition et son échelle humaine, l'école d'Yverdon offre une forme urbaine et une ouverture au public beaucoup mieux maîtrisées que dans le cas de plusieurs universités, souvent saturées en centre ville et hors échelle dans les campus. De plus, l'adoption d'une typologie pavillonnaire rassemblant trois groupes de bâtiments se prête ici remarquablement au jeu de communication que forment les passages et les circulations traités avec grand soin et combinant les avantages de l'extérieur et de l'intérieur.

29 Pierre Zoelly, « Prix Architecture béton 81 » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°18, septembre 1982, pp. 20-25.





Théâtre de Saint-Gall (haut, H. Ineichen, *C. Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, 2002)
Façade sud-est avec cheminée de l'Ecole d'Yverdon (Archives HEIG)

Son aula résolument moderne et empreinte d'un style des années 1970, ajoute également une grande qualité au projet, représentant un modèle de salle audacieux, tant dans sa forme que dans sa réalisation technique, et occupant de ce fait une place privilégiée dans ce domaine, comparée à la production d'aula de cette période. Le projet de Paillard opère véritablement la transition entre les compositions des années 1960 et les nouvelles formes développées dans la deuxième moitié des années 1970 (nouveaux rapports spatiaux, nouveaux objectifs). La crise économique qui suivit le choc pétrolier de 1973 entraîna de nouvelles formes et de nouvelles technologies. Le courant de *La Tendenza*, diffusé par l'invitation en 1972 à l'EPFZ de l'architecte milanais Aldo Rossi et véhiculé par les architectes tessinois (Snozzi, Botta, Carloni…) amorça un langage architectural dérivant de l'étude du lieu, de sa morphologie et de son histoire. Cette conception, couplée à des notions telles que la polyvalence, la flexibilité et la démocratisation de l'enseignement, va anticiper des développements qui influenceront les réalisations scolaires en suisse pendant près de 20 ans.

La comparaison internationale est moins aisée, à plusieurs titres. D'une part, la littérature et les ouvrages d'architecture semblent s'être concentrés sur les réalisations scolaires des niveaux primaires, secondaires et universitaires, laissant le champ des écoles techniques dans un état encore très lacunaire. D'autre part, le fédéralisme helvétique a multiplié les réalisations de ce type, grâce à une concertation possible avec les différents acteurs en jeu (Etat, Commune, services divers, personnel des technicums…) permettant d'élaborer des écoles uniques, reflétant des besoins particuliers, alors que dans des pays dont le système gouvernemental est plus centralisé, ce type de réalisations se concentre davantage dans les grandes villes et comprend une standardisation généralement assez poussée qui exclue bien souvent toute possibilité d'expérimentation. S'ajoute à cela, le fait que le type d'enseignement de ces écoles – transmission de la matière scientifique axée sur la pratique et l'expérience acquises par les étudiants – diffère quelque peu de celui dispensé dans les hautes écoles européennes, impliquant des programmes distincts. En dernier lieu, la question de l'échelle des projets demeure également un facteur de comparaison problématique, dans la mesure où les compositions projetées pour une population plus importante que la Suisse (c'est à dire la quasi totalité des pays !) entrainent des considérations et des réalisations d'un autre ordre. Cette particularité suisse lui confère d'ailleurs une certaine valeur et les établissements construits dans ce but se présentent comme des témoins d'une certaine vision de l'enseignement.



Travaux sur le terrain (Archives HEIG)

II.4 L'AUTHENTICITE DE L'EDIFICE

Lors des visites sur place conduites en mai et juin 2012, nous avons pu constater que l'ensemble des bâtiments de l'HEIG-VD se trouve globalement en très bon état. Cela concerne les enveloppes – surfaces en béton armé coulé sur place, éléments préfabriqués en béton et façades vitrées –, les aménagements extérieurs minéraux ainsi que les intérieurs et leurs finitions. Sur la base d'un diagnostic visuel, aucune dégradation majeure visible ni désordre majeur n'est en effet à signaler. Le choix de la part des architectes « des matériaux simples, robustes et faciles à l'entretien » ainsi qu'une stratégie de maintenance régulière mise en place dès l'achèvement de la construction ont contribué à la conservation de l'ensemble qui est très proche de son état d'origine et répond aujourd'hui aux critères de l'utilisation.

II.4.a Les bétons

En ce qui concerne les enveloppes en béton armé, celles-ci ont fait l'objet à partir de 1995[30] d'une campagne de « remise en état » visant à corriger les défauts d'origine – notamment la porosité élevée des bétons – et à en prolonger la durée de vie « d'au moins 50 ans. »[31] Conduite par les architectes Plancherel et Schmid avec le professeur Eugen Brühwiler de l'EPFL, l'intervention se proposait de « ne pas altérer l'esthétique des surfaces en béton apparent »[32], reconnue comme une caractéristique marquante de l'expression architecturale des bâtiments, à préserver impérativement (l'option de pose d'un bardage créant une façade ventilée a été écartée). Dans cette logique, accompagné de l'application d'inhibiteurs de corrosion MFP, le choix du mortier de réparation des bétons dégradés a d'ailleurs fait l'objet de nombreux tests « dans le but d'harmoniser la couleur avec l'ancien béton »[33] donnant des résultats satisfaisants. Hormis quelques salissures superficielles (notamment à l'endroit des nez des dalles et des acrotères), les bétons se présentent aujourd'hui en bon état.
Les toitures ont fait l'objet d'une première réfection en 1988 intégrant une augmentation de l'épaisseur de l'isolation. Une deuxième campagne a été conduite en 1993-1999 dans la partie inférieure du site.

30 La campagne de remise en état des bétons s'est poursuivie jusqu'au début des années 2000. Elle a comporté deux tranches successives : la première était concentrée sur les parties inférieures, la deuxième concernait plutôt le tronc commun.
31 Eugen Brühwiler, professeur EPFL, *Ecole d'Ingénieurs à Yverdon-les-Bains. Remise en état des éléments de façades en béton apparent. Évaluation du procédé MFP*, rapport d'expertise, juin 1996, p. 2 ; Archives SIPAL, Lausanne.
32 Eugen Brühwiler, Pierre Plancherel, « Réfection des façades en béton apparent de l'Ecole d'ingénieurs d'Yverdon », *Ingénieurs et architectes suisses*, n^{os} 13-14, 14 juillet 1999, pp. 240-242 : 240.
33 *Ibidem*.











De haut en bas, gauche à droite :

L'état des bétons avant rénovation, 1992 (Archives SIPAL)
Photo TSAM, mai 2012 (gauche)

Division laboratoires, ph. H. Hyden, 1976 (gauche, Archives HEIG) ; les laboratoires aujourd'hui, photo TSAM, mai 2012.
A noter, le système d'éclairage d'origine et l'ajout du revêtement de sol en caoutchouc sur les carrelages en grès d'origine

Tronc commun, salle de classe type, photo TSAM, mai 2012.
A noter, les plaques acoustiques et l'éclairage d'origine

II.4.b Les enveloppes vitrées

Les modules de façade vitrée sont globalement en très bon état. Abstraction faite de leur performance énergétique qui ne répond pas aux normes en vigueur actuellement, les éléments d'enveloppes transparentes assurent encore aujourd'hui leur rôle de protection extérieure et ne présentent aucun problème d'infiltrations d'air ou de tenue à l'eau, ni de manipulation au niveau des ouvrants.
Les divers composants des modules vitrés sont également en bon état, notamment en ce qui concerne les menuiseries métalliques préservées de tout problème de corrosion superficielle ou changement de teinte par le traitement de thermolaquage d'origine. De même, les stores à lamelles à commande électrique ne présentent pas de problèmes majeurs au niveau de leur fonctionnement.
Le système de fixation des vitrages par des joints en Néoprène, mériterait un diagnostic plus conséquent afin de déceler la présence éventuelle de PCB dans les parties en matière plastique.

II.4.c Les intérieurs et les finitions

Les modifications plus importantes concernent le hall d'entrée au rez-de-chaussée, qui a récemment fait l'objet d'un aménagement assez conséquent. Bien que les nouveaux éléments rapportés (panneaux de signalisation, bancs, tableaux, etc.) nuisent fortement à la lecture de la spatialité et de l'œuvre de Maurice Ruche, et contrastent avec les finitions brutes d'origine (c'est le cas des très beaux piliers cruciformes qui intègrent les réseaux), on peut considérer qu'il s'agit d'interventions réversibles, qui ne portent pas atteinte au projet de Claude Paillard de manière définitive. Aucun changement majeur n'est à signaler dans les laboratoires (hormis quelques petites modifications « physiologiques » déterminées par l'usage). En ce qui concerne les classes du tronc commun, il faut en revanche signaler l'ajout quelques temps après l'achèvement de l'ensemble d'un plafond acoustique sur la dalle brute. Prévu par les architectes, le traitement acoustique par des « panneaux à fibres nommés Feinwollig » en éléments rectangulaires posés selon un calepinage en quinconce et formant une surface continue (y compris dans les laboratoires et dans le hall d'entrée) fut supprimés pour des raisons budgétaires lors du projet d'exécution.
Quant aux finitions, le traitement brut des intérieurs est globalement préservé. Cela s'exprime par les murs en béton apparent ainsi que par les revêtements de sol en caoutchouc « Bulgomme » de couleur beige, choisis par les architectes pour s'uniformiser avec l'aspect « brut » de l'ensemble architectural. Dans la même logique, la mise en couleur intérieure n'a pas subi de changements majeurs, notamment au niveau de la « mise en scène » des réseaux, ni des interventions artistiques qui caractérisent si fortement le bâtiment.
Les dispositifs d'éclairage artificiel – soigneusement étudiés par les architectes - sont toujours en place (notamment les tubes fluorescents






EINEV, hall d'entrée, ph. H. Wyden, 1976 (gauche, Archives HEIG) ; photos TSAM, mai 2012





EINEV, tronc commun, distribution, ph. H. Wyden, 1976 (gauche, Archives HEIG) ; photo TSAM, mai 2012

suspendus dans les classes et dans les circulations) et le bel éclairage des laboratoires par des tubes fluorescents disposé perpendiculairement à la trame des éléments structurels.

II.4.d Le confort des utilisateurs

Bien que cela ne soit jamais ouvertement déclaré, les préoccupations en termes de confort des utilisateurs ont certainement joué un rôle essentiel dans la mise au point des enveloppes. Qu'il s'agisse des doubles vitrages (l'option des triples vitrages est évoquée pour des locaux climatisés[34]) utilisés pour les modules transparents ou de l'isolation intégrée dans les panneaux opaques (hormis les nœuds poteau-poutres de la structure coulée sur place, les seuls ponts de froid qui existent), les architectes mettent en place des stratégies d'isolation thermique continue qui préfigurent intelligemment le changement de paradigme post chocs pétroliers.
Egalement, le confort des utilisateurs est pris en compte dans la définition des enveloppes vitrées, dont la disposition des éléments ouvrants fait l'objet d'une attention particulière. C'est le cas des fenêtres coulissantes dans les classes du tronc commun, système d'ouverture qui permet une correcte ventilation sans encombrement des ouvrants dans la pièce. Dans les locaux situés au niveau F les architectes ajoutent des ouvrants en imposte une travée sur deux, pour aider la ventilation des locaux qui, contrairement aux classes, ne bénéficient pas de la double orientation et sont bien plus profonds.
En termes de confort des utilisateurs, les bâtiments ne semblent pas poser de problèmes majeurs. Hormis quelques climatiseurs individuels qu'on peut remarquer sur la façade sud au niveau de la galette (ce qui nuit bien évidemment à la lecture des enveloppes) pour contraster la surchauffe estivale, aucune mesure particulière n'est à signaler.

34 La solution des modules fixes sans possibilité d'ouverture et avec du verre triple évoquée pour le niveau J, entièrement climatisé, est écartée « le groupe de travail est conscient du fait que par certaines températures, il peut se produire de la condensation, en particulier sur les vitrages.» Le surcoût engendré par la variante des triples vitrages (35%) fait en plus rapidement abandonner cette option pour l'étage chimie qui comporte les mêmes enveloppes à double vitrage. ETSEV, séance de coordination du 8 février 1974; Archives cantonales vaudoises.



Laboratoire d’essais des matériaux (Archives HEIG)

II.5 L'IMPORTANCE DE SA CONSTRUCTION

L'œuvre de Claude Paillard (1923 Zurich – 2004 Zurich, d'origines vaudoises) et de son bureau a été largement relayée dans les revues d'architecture suisses et françaises. Une monographie sur l'architecte est parue[35] il y a quelques années, retraçant le parcours et l'abondante production de Paillard au gré de ses associations. Certaines de ces réalisations[36] apparaissent également dans des ouvrages internationaux tels que le fameux *New directions in swiss architecture* de Jul Bachmann et Stanislaus von Moos paru en 1969 à New York.

Diplômé de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich en 1947, il ouvrit son premier bureau d'architectes la même année, avec ses deux camarades de « poly », Fred Cramer (1923) et Werner Jaray (1920-2002), rejoint dès 1962 par Peter Leemann (1930). Jusqu'en 1966, le bureau participera à de nombreux concours et réalisera quelques uns des bâtiments marquants de la production suisse de ces années, avec notamment l'école du *Chriesiweg* à Zurich (1955-57), l'école secondaire à Schupfheim (1960-62), l'Eglise et le centre protestant de Zurich Schwamendingen (1961-64) ou encore le sculptural théâtre de Saint-Gall (1961-68) qui marque l'apogée de cette période. Avec le départ de Fred Cramer et Werner Jaray au milieu des années 1960, Claude Paillard et Peter Leemann entament une nouvelle phase de production caractérisée par de vastes ensembles de logements tels que *Grüzefeld* à Winterthur (1964-1968) et les immeubles de *Heuried* à Zurich Wiedikon (1970-74). Le Technicum d'Yverdon, projeté dès 1965 et réalisé entre 1972-75, représente l'aboutissement d'une recherche architecturale amplement nourrie par plus de vingt de production. Si le projet émane du bureau Paillard et Leemann architectes, ce dernier ne semble pas avoir participé à cette réalisation. Tout au long de ses associations, Claude Paillard a en effet été à l'origine de la majorité des projets, collaborant avec l'un ou l'autre de ses associés dont la contribution n'était pas systématique à l'ensemble des projets dirigés par le bureau. Dès 1981, Paillard et Leemann s'associent avec Robert et Gaby Bass et Werner Rafflenbeul. En 1987, le bureau Paillard, Leemann und Partner AG (avec Robert et Gaby Bass, dirigé par Ruedi Bass dès 1997) est fondé, marquant la dernière période professionnelle de l'architecte où la qualité semble s'essouffler au profit d'une lourdeur constructive. Membre de la Fédération des architectes suisses (FAS), dont il fut le président de 1980 à 1986, et de l'Organisation internationale des scénographes, techniciens et architectes de théâtre qu'il présida également (président de la commission internationale d'architecture de 1985 à 1994), Claude Paillard fut très présent sur la scène architecturale suisse. Avec près de 350 projets à son actif, sa vie fut rythmée par une pratique assidue, vouant une véritable obsession pour les concours et projets de toute nature.

35 Claude Paillard, Hannes Ineichen, *Claude Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, Schweizer Baudokumentation, Blauen, 2002.
36 Il s'agit de l'ensemble d'habitations *Grüzefeld* à Winterthur (1965-68) et du théâtre de Saint-Gall (1964-68).

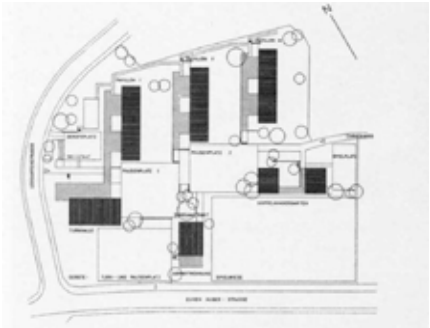












De haut de bas, gauche à droite :

école Schupfheim (*L'Architecture d'Aujourd'hui*, n° 121, 1965)
théâtre de Saint-Gall (H. Ineichen, *C. Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, 2002)
église et centre protestant à Zurich (*L'Architecture d'Aujourd'hui*, n° 121, 1965)
ensemble Grüzefeld
ensemble Heuried
plan école Chriesiweg (H. Ineichen, *C. Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, 2002)

II.5.a Une critique unanime, un Prix Béton et une Distinction vaudoise pour un « magnifique ouvrage »[37] !

Entre l'annonce du concours au début des années 1960 et la fin des années 1980, une cinquantaine d'articles au minimum[38] sont parus dans la presse locale concernant le Technicum d'Yverdon. Suscitant un large intérêt, son inauguration sera saluée unanimement et désignée même comme « un événement qui fera date dans l'histoire d'Yverdon.[39] » Preuve en est de l'exaltation qu'elle provoqua, la symbolique coupure du ruban effectuée par le président du Conseil d'Etat Edouard Debétaz fut si rapide qu'il fallu recommencer afin que les photographes puissent fixer ce moment historique[40] ! Le discours de ce dernier fut d'ailleurs des plus élogieux : « les nouvelles constructions sont là et elles ont grande allure, […] l'impression d'ensemble est telle qu'il paraît tout naturel que la réalisation se soit faite dans ce paysage magnifique. Or nombreuses et parfois passionnées ont été les séances qui l'ont précédée, inlassables les efforts de réflexion, d'étude, de comparaison et de volonté d'aboutir, avant même l'heure de «l'éclosion». Ecole d'avant-garde, digne de la qualité en honneur dans notre pays, l'ETSEV connaît enfin un épanouissement mérité.[41] » Peu de temps après cette inauguration, la maquette de l'école sera d'ailleurs envoyée en Allemagne dans le cadre d'une exposition organisée par l'OFIAMT (Office fédéral de l'industrie, des arts et métiers et du travail, actuellement l'OFFT) qui en demanda le prêt[42]. En 1978, elle est intégrée dans un recueil de réalisations importantes, publiée par la revue *Werk*, dans lequel est regroupé un corpus de bâtiments scolaires significatifs de la fin des années 1960 et des années 1970, formant une sorte de catalogue à l'échelle nationale[43]. Elle figure également en bonne et due forme dans le panorama que révèle un double numéro de la revue *Werk, Bauen+Wohnen* en 1980[44], comprenant les réalisations suisses majeures de cette période. Dans le même ordre d'idée, elle prend place dans le *Guide d'architecture suisse* (vol 3, Werk Verlag) publié entre 1992 et 1996, ouvrage de référence dans la mise à jour d'objets contemporains remarquables de la scène architecturale suisse.

Outre cette large publication, Claude Paillard se verra également récompensé pour sa réalisation par le *Prix Architecture Béton* en 1981[45],

37 Qualificatif utilisé par l'auteur de l'article paru dans le *Nouvelliste* du 21 mai 1976 suite à l'inauguration de l'école.
38 Ce nombre correspondant aux articles conservés dans les différentes archives consultées. Un dépouillement systématique n'a pas pu être effectué en raison des délais impartis pour cette étude.
39 *Journal d'Yverdon*, jeudi 20 mai 1976.
40 Voir « Inauguration de l'ETSEV à Yverdon », *Gazette de Lausanne*, 21 mai 1976.
41 « Inauguration de l'ETSEV à Champittet », *Journal d'Yverdon et du Nord vaudois*, n°118, 21 mai 1976.
42 Voir Procès-verbal n°50 de la séance du groupe de travail du 30 avril 1976. Dossier, Yverdon, ETSEV, Construction, cote S95 789, Archives cantonales vaudoises. Aucune précision sur le lieu et la date de cette exposition n'a pu être trouvée dans l'état actuel de ce travail.
43 « Sandkasten Schweiz : kleine Anthologie neuer Schulbauten » in *Werk-Archithese* n°13-14, 1978.
44 « Schweizer Architecktur des letzten Jahrzehnts » in *Werk, Bauen+Wohnen*, n°1-2, 1980.
45 Ce prix a été créé par la Société suisse des fabricants de ciment, de chaux et de gypse









Inauguration de l'école en 1976 et pose de la plaque Prix Béton 1981 (Archives HEIG)

Claude Paillard architecte
Aéroport de Zurich, 1982-1984
Théêtre de Hanovre, 1988-1992
(H. Ineichen, *C. Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, 2002)

Évaluation patrimoniale de la Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud (1965-1975)
EPFL-ENAC-IA-TSAM - Franz Graf directeur - Mélanie Delaune Perrin, Giulia Marino collaboratrices

décerné tous les trois ans aux auteurs démontrant d'une judicieuse utilisation du béton à travers la Suisse. Les observations des experts sont éloquentes : « Pour Yverdon cela représente un grand complexe dans un site superbe, pas dans la plaine de la Thièle comme le reste de la ville, mais sur un coteau au-dessus du lac, avec vue sur la forêt et le Jura. Paillard a senti ces qualités, la vue, la pente, un chêne centenaire, mais aussi l'hypothèque d'une menace d'autoroute. A ces données locales, il a réagi. Avec des murs de défense aux formes sculpturales pour escaliers et cheminées, avec une cour protégée du vent, avec un bloc de classe aux coins décalés, avec un auditoire demi-circulaire, et avec une cascade d'ateliers semi-enterrés. Tout en béton. Il démontre sa maîtrise par les proportions des piliers, contrecœurs, balustrades et pans de mur et par l'agencement de leurs joints. La multitude des éléments du projet est rassemblée en une composition lyrique et bien paquetée.[46] » Quatre ans plus tard, son originalité et sa représentativité sont à nouveau récompensées par un second prix, la *Distinction vaudoise d'architecture*, en 1985, qui souligne ses caractéristiques en ces termes : « […] L'habileté particulière du projet réside dans la maîtrise généralisée des relations fonctionnelles complexes à l'intérieur d'un gabarit unitaire. La régularité du plan et de la structure n'engendre pas la monotonie. Bien au contraire, des rythmes répétés dans le paysage créent un certain lyrisme architectural. […] Les peintures murales de Maurice Ruche exaltent sur un ton mi-figuratif et dans une belle polychromie les vertus de la culture technologique. L'aula en forme d'éventail apparaît comme un lieu où peut régner la ferveur du spectacle ou de l'audition musicale. En résumé, un cas exemplaire parmi les écoles de cette génération.[47] »

Avec l'école d'Yverdon, Claude Paillard achève une période de production marquée par une certaine maturation de sa culture architecturale où le mouvement et l'élégance des formes côtoient une expressivité et un caractère personnel, matérialisés par un choix de matériaux extrêmement bien maitrisé. En outre, la transition stylistique qui s'opère au sein de sa production au-delà de cette réalisation donne une place majeure à la HEIG d'Yverdon qui, dans une plus large mesure, représente aujourd'hui un fleuron de l'architecture vaudoise de la deuxième moitié du XX^{e} siècle.

---

en 1977 qui décerna cette année là son premier prix aux architectes P. Zoelly et G. Haefeli pour la réalisation du Musée de l'horlogerie de la Chaux-de-Fonds.

46 Pierre Zoelly, « Prix Architecture béton 81 » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°18, septembre 1982, pp. 20-25.

47 Rodolphe Luscher (dir.), *Portraits de l'architecture vaudoise 1974-1984*, Payot, Lausanne 1986, pp. 67-72.



Laboratoire d'électronique (Archives HEIG)

III. CONCLUSIONS

III.1 LA VALEUR PATRIMONIALE

La valeur de l'ensemble de l'HEIG-VD est largement reconnue officieusement. À ce jour, aucune note n'a été en effet attribuée aux bâtiments dans le cadre du *Recensement architectural du canton de Vaud*. La fiche synthétique compilée pour le canton par l'historien de l'architecture Bruno Corthésy en octobre 2009, relève toutefois la qualité de l'ensemble, qualifié de « réussite »[1].

Comme mentionné à plusieurs reprises dans cette étude, la réception de cette école fut spontanément positive, tant pour sa modernité et sa plasticité relevées dans plusieurs revues d'architecture nationales que pour sa valeur sociale soulignée par une presse abondante, traduisant l'opportunité que représente un tel établissement en termes de formation dans le canton. Cette réalisation occupe d'ailleurs une place de choix dans certaines publications, l'une présentant, les établissements scolaires de premier ordre de cette période en Suisse (*Werk-Archithese* n° 13-14, 1978), et l'autre un choix de constructions emblématiques à l'échelle nationale (*Werk, Bauen+Wohnen*, n° 1-2, 1980). De même, elle se retrouve tout naturellement dans les guides d'architecture concernant la production d'objets remarquables en Suisse. Récompensée à deux reprises à l'échelle nationale et cantonale (Prix Béton 1981 et Distinction vaudoise d'architecture en 1985), ses caractéristiques architecturales avérées ont été jusqu'ici préservées, démontrant à la fois la qualité de sa construction – tant au niveau formel que dans le choix des matériaux – et l'engagement des acteurs en charge du bâtiment. Cette valeur architecturale est d'autant plus importante dans la mesure où l'image qu'elle renvoie fonctionne également comme argument socio-éducatif évident. Elle se place, en effet, comme le reflet d'un enseignement particulier, revendiqué dans ce type d'écoles techniques, et dont la diffusion et la qualité s'avèrent indispensables dans une période de compétition productive.
Les nombreuses études qui ont été élaborées, que ce soit au niveau de l'économie de projet, de la rationalisation, de l'organisation ou des matériaux, dénotent d'une approche précise où chaque volume, chaque composante du bâtiment fait l'objet d'un choix réfléchi. Rien n'est laissé au hasard, tous les éléments étudiés convergent de manière à obtenir une implantation, une orientation et une adaptation au site excellentes. Le jeu subtil des terrasses et des décrochements qui caractérise les volumes de l'école, offre une solution adéquate à un programme qui s'avérait particulièrement dense. L'adoption d'une façade unitaire, où se mêlent les qualités plastiques du béton brut et les emblématiques menuiseries métalliques orange, a véritablement donné son identité au bâtiment, spontanément perceptible. La comparaison avec les autres Technicums suisses a démontré l'originalité de cet établissement, qui affiche un langage rarement adopté dans ce type de programme. En outre, à cheval

1 Bruno Corthésy, *Fiche historique HEIG-VD*, 3 octobre 2009, p. 3.

entre des conceptions architecturales prépondérantes dans les années 1960 et des considérations stylistiques liées à la décennie suivante, elle offre également un exemple de transition architecturale des plus réussies rarement égalée au plan régional.

L'authenticité matérielle de l'HEIG-VD est très largement présente. La matière d'origine est en effet celle qui constitue la totalité de l'ensemble. Soigneusement entretenue dès l'achèvement des bâtiments, – reconnus comme remarquables par la communauté des utilisateurs et les organismes publics chargés de la gestion de l'école –, elle répond aujourd'hui globalement aux attentes requises.

L'évaluation systématique et raisonnée de cet objet à l'aide des critères établissant la valeur attribuée lors du recensement architectural fait apparaître qu'il est très certainement intéressant au niveau local, et aussi, sans l'ombre d'un doute, au niveau régional. Tout ceci permet de lui attribuer la **note *2*, soit monument d'importance régionale**, et éventuellement de l'inscrire à l'inventaire.

III.2 LES STRATEGIES « D'ASSAINISSEMENT ENERGETIQUE »

Occasion d'expérimentation tant pédagogique qu'architecturale dans les années 1960, les bâtiments d'enseignement (tous niveaux scolaires confondus) représentent aujourd'hui une cible privilégiée dans une démarche de développement durable. Dans l'objectif de la société à 2000 Watts, le canton de Vaud s'est engagé en effet dans plusieurs opérations « d'assainissement énergétique » et remise aux normes actuelles afin de réduire de manière drastique les consommations des bâtiments publics. Dans ce cadre, de la « rénovation douce » de l'ancienne école de chimie à Lausanne[2] au remplacement intégral des enveloppes du gymnase d'Yverdon (ex-CESSNOV)[3] datant des années 1970, les interventions ont comporté la mise en place des stratégies les plus diverses vis-à-vis de l'existant, par la prise en compte non seulement – quand cela était justifié – de la valeur patrimoniale des objets, mais également des contraintes économiques. Le cas du Centre d'enseignement professionnel à Vevey (CEPV)[4] est en ce sens emblématique et résume clairement les impératifs du projet d'amélioration énergétique sur un bâtiment dont la valeur patrimoniale est reconnue (l'école est classée en note 3). Dans l'avant-projet « il était [en effet] prévu de remplacer les fenêtres basculantes – solution à première vue la moins onéreuse et la plus simple – lorsqu'il s'est avéré que les rénover coûtait moins cher, tout en limitant la quantité des déchets produits »[5] et permettant également de conserver les beaux ouvrants Carda datant des années 1960 [6].
L'ensemble de l'HEIG-VD, dont « l'assainissement énergétique » est programmé par les instances cantonales très prochainement, se situe dans le même cas de figure. Bâtiment sans doute remarquable, correspondant, comme nous l'avons évoqué, à la note 2, soit le statut de *Monument d'importance régionale*, il mérite la mise en place d'une stratégie d'intervention qui prenne en compte sa valeur architecturale, d'ailleurs largement partagée. Conçue comme un outil de décision pour les maîtres de l'ouvrage, cette étude s'insère dans ce contexte et concerne principalement les enveloppes.

III.2.a Quelle option pour les enveloppes du Technicum d'Yverdon ?

Contrairement aux enveloppes opaques, qui ont fait récemment l'objet d'une restauration soigneuse avec une attention particulière réservée à leur esthétique, pour les façades transparentes en aluminium et verre, il a été prévu le remplacement intégral en dépit de leur excellent état de conservation[7]. Ce choix découle des priorités du projet qui, sur la base de

2 Rénovation O. Galletti et C. Matter architectes, 2004-2006.
3 Rénovation CCHE architectes, 2005-2009.
4 Rénovation Porta-Ruetschi architectes, 2001-2008.
5 François Marthaler, in *CEPV - Centre d'enseignement professionnel, Vevey*, plaquette éditée par le Département des Infrastructures du canton de Vaud, n.p.
6 Franz Graf et Julien Menoud architectes, *Centre d'enseignement professionnel de Vevey. Etude architecturale et historique*, mandat de l'Etat de Vaud, Département des infrastructures, Service des bâtiments, mars 2002.
7 Canton de Vaud, SIPAL et Bovet Jeker architectes, *HEIG-VD - Projet de rénovation - étude préliminaire*, juin 2011. Voir également : Canton de Vaud, SIPAL et Dolci architectes,






Tronc commun, salles de classe, les ouvrants coulissants, photos TSAM, mai 2012

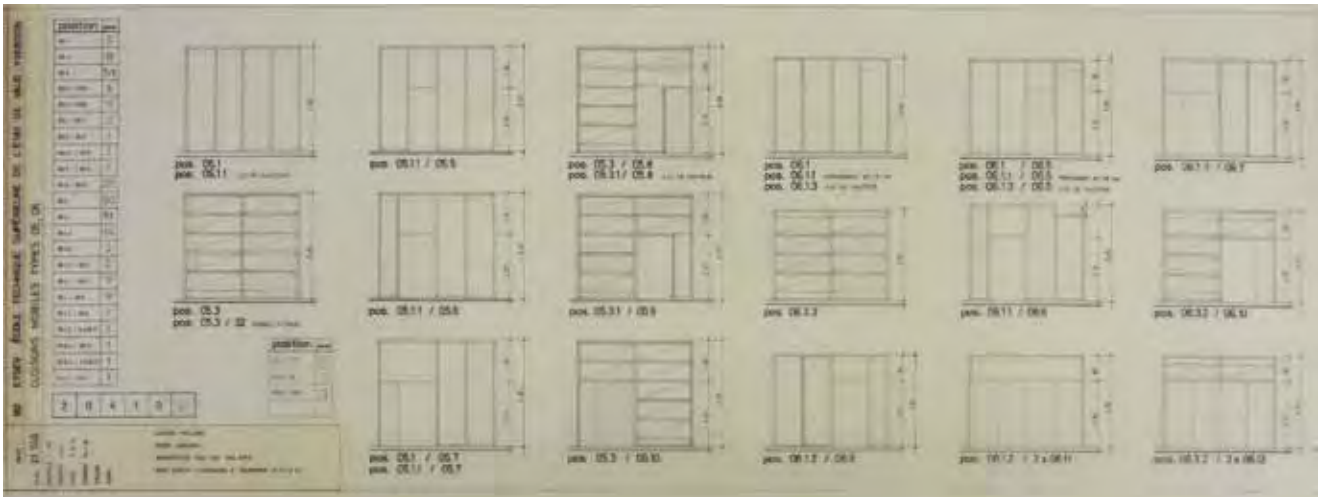
considérations issues du domaine de la physique du bâtiment, se propose avant tout d'être exemplaire en termes de consommations énergétiques, considérant la valeur patrimoniale comme un enjeu secondaire. Il fait pencher nettement la pesée d'intérêts patrimoine-économie-énergie recommandée par la prise de position conjointe de l'Office Fédéral de l'Energie et la Commission Fédérale des Monuments Historiques en juillet 2009[8] du côté de ce dernier facteur.

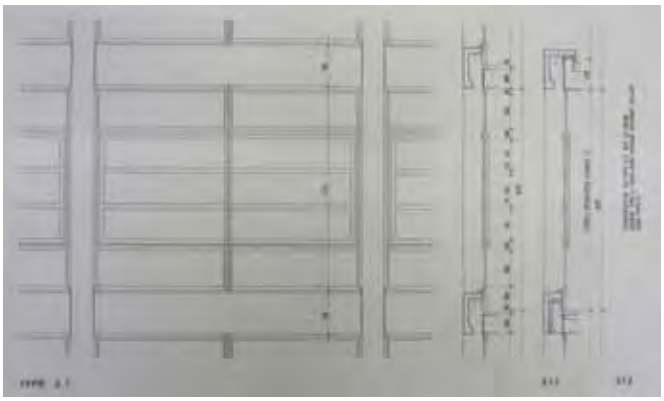
L'option du remplacement pose toutefois quelques questions majeures en relation à la valeur architecturale de l'ensemble de Claude Paillard à Yverdon. De nombreuses écoles de la même période ont fait l'objet, ces dernières années, d'interventions de rénovation lourde[9], voire « d'emballage » (l'histoire récente des écoles CROCS, véritable référence théorique de Paillard, est très parlante)[10]. Dans le cas de l'HEIG-VD, dont les qualités sont amplement partagées, on a opté pour une stratégie de compromis qui se propose de garder tout au moins « l'image » des bâtiments d'origine. Ainsi, l'option de « reconstruction à l'identique » que le canton de Vaud envisage poursuivre dans le projet d'assainissement a été privilégiée par rapport à des stratégies de transformation plus radicales, voire de « redéfinition de l'image » par des nouvelles façades qui n'ont plus rien à voir avec les enveloppes existantes.
Bien que la substance matérielle des enveloppes vitrées ne soit nullement préservée – comme les règles de l'art d'intervention sur un *Monument* l'auraient imposé[11] –, leur aspect se veut très proche de celui de l'ensemble des années 1970. Dans cette option, il faudra veiller à ce que l'image originale des modules vitrés d'origine soit réellement et rigoureusement respectée. Cela concerne non seulement les partitions (proportions exactes des vides et des menuiseries), mais également les dimensions et les épaisseurs au millimètre près, ainsi que les teintes et les finitions (modalités d'assemblage des composants, traitements de surface, etc.). Au stade actuel, les études de projet retenu par les instances cantonales ne répondent pas complètement à ce principe.

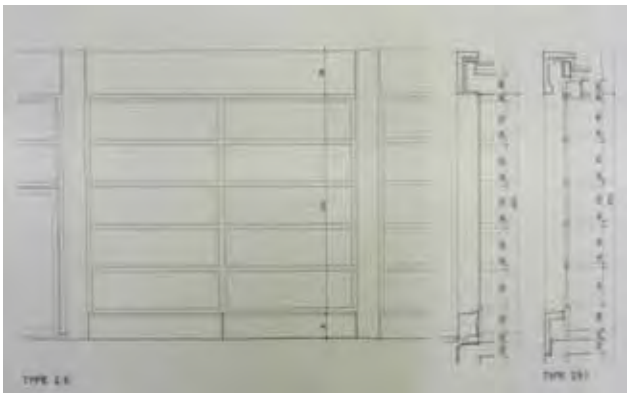
III.2.b Les ouvrants

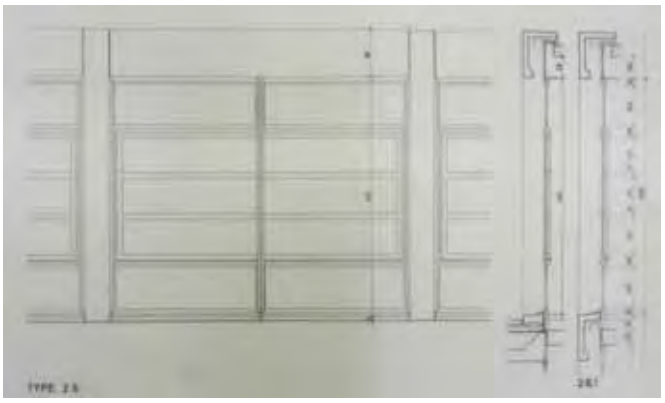
Cela concerne tout d'abord les ouvrants des laboratoires ainsi que des salles de cours. L'avant-projet de rénovation des façades de l'HEIG-VD prévoit de remplacer le système coulissant d'origine, par des ouvrants

HEIG-VD – annexe au dossier d'avant-projet, avril 2012. Les remarques présentes dans ce chapitre se font sur la base de ces documents ainsi que des entretiens avec M. Ruben Merino du SIPAL (10 et 16 mai 2012).
8 Office Fédéral de l'Energie, Commission Fédérale des Monuments Historiques, *Energie et monuments historiques : recommandations pour l'amélioration du bilan énergétique des monuments historiques*, juillet 2009.
9 Citons des opérations emblématiques de « relookage » telles que l'assainissement de l'enveloppe extérieure du collège de l'annexe Ouest à Prilly (Devanthéry et Lamunière, 1998-1999) ou la rénovation de l'école secondaire de Nyon-Marens (CCHE, 2004-2007).
10 La quasi totalité des 26 écoles CROCS sur le canton de Vaud a été lourdement transformée, ou va l'être dans les mois à venir, comme c'est le cas du groupe scolaire de la Vallée de la Jeunesse à Lausanne.
11 Commission Fédérale des Monuments Historiques, *Les fenêtres dans le bâtiment historique*, novembre 2003.

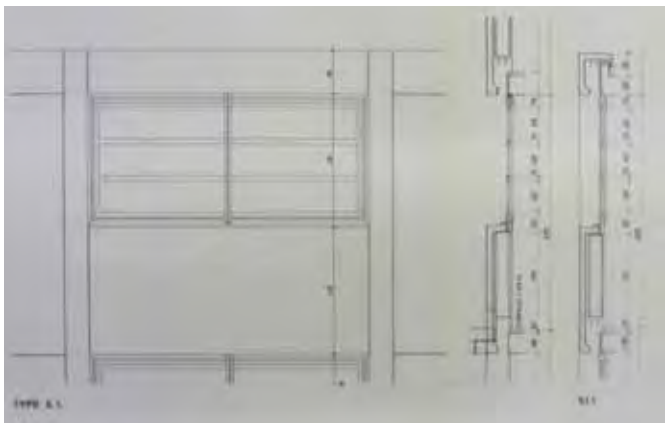














EINEV, *Cloisons mobiles types 05 et 06*, 1974, 1/50e (haut) ; EINEV, étude des façades vitrées, divers types, 1974, 1/20e (Archives GTA)

oscillo-battants (un guichet sur deux). Ce changement est motivé par les difficultés d'étanchéité à l'air (source de déperditions thermiques) dans le système coulissant. Rappelons qu'à l'origine, le choix des coulissants s'est fait entre autre pour permettre la correcte ventilation naturelle des salles, tout en évitant l'encombrement des ouvrants. Le nouveau système d'ouverture se propose de garantir une parfaite étanchéité ; l'aération serait assurée par l'ouvrant en position « oscillo » – ou châssis à soufflet – dans les classes et par des impostes dans les parties hautes des laboratoires (l'ouverture des guichets se fait uniquement pour leur nettoyage). Les deux dispositifs seraient motorisés pour mieux contrôler le renouvellement d'air à l'échelle de l'ensemble et également comme mesure contre la surchauffe estivale.

Le changement du système d'ouverture pose plusieurs problématiques.

- L'expression de la façade tire actuellement parti de l'alignement des coulissants. Cet effet serait annulé par l'ouverture oscillo-battante qui, créant des ombres portées, occasionnerait une dynamique totalement différente de celle d'origine. En effet elle annulerait le jeu des ouvertures subtilement disposées dans un même plan.

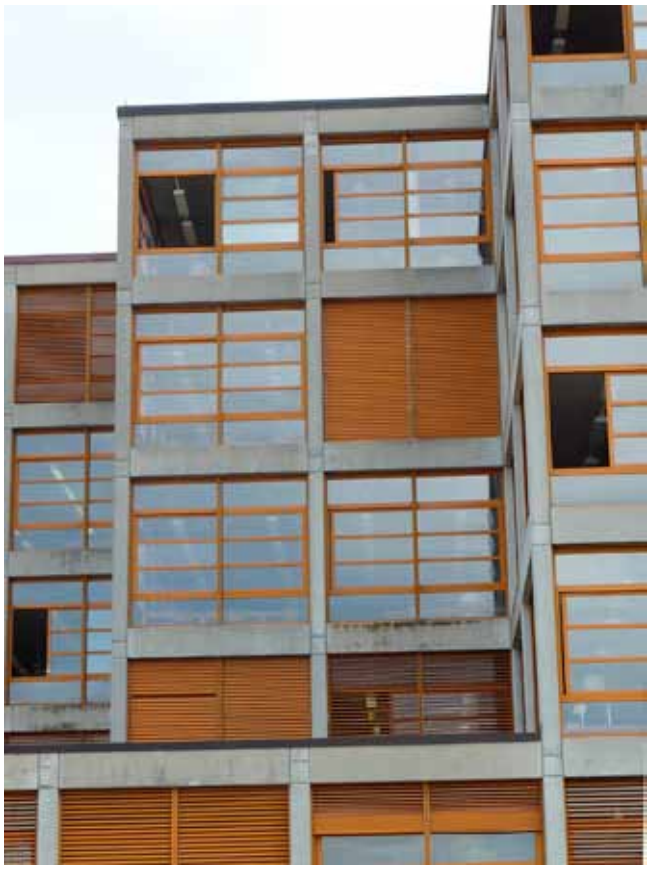
- L'ouverture coulissante comporte la superposition des montants au centre du module de façade. Dans le cas de la juxtaposition de deux ouvrants (abattant et oscillo-battant) le montant central serait doublé, avec un changement radical de l'image du module de façade, actuellement très fin. Si du côté extérieur, cette modification pourrait être partiellement dissimulée derrière le coulisseau du store à lamelles en saillie, le dédoublement du montant central nuirait considérablement à la lecture de la façade intérieure des classes.

- Egalement, on peut imaginer que le dispositif de motorisation des ouvrants d'une telle dimension serait difficile à intégrer dans le dessin intérieur très soigné des enveloppes proposé par Paillard sans produire des changements majeurs.

Pour ces raisons, le changement du système d'ouverture est à éviter.

III.2.c La partition des façades

Comme nous l'avons évoqué, le choix de privilégier le petit module de 60 centimètres de hauteur dans l'ensemble du complexe est loin d'être anecdotique. Cet aspect a d'ailleurs été au centre des recherches de Claude Paillard qui, après avoir testé plusieurs variantes, privilégie la partition actuelle comme étant la plus souple et pouvant au mieux s'adapter aux divers corps du bâtiment.
Le registre de base est en effet différemment composé, créant plusieurs









Enveloppes transparentes, divers types, photos TSAM, mai 2012

types de panneaux et gardant en même temps la cohérence générale de l'expression architecturale à l'échelle de l'ensemble. Un catalogue raisonné des divers types de panneaux transparents montre bien la variété de composition des registres.

Divisions des laboratoires
- 6 registres de vitrages segmentés en deux parties symétriques : 1 niveau d'allège fixe, 3 niveaux formant la fenêtre coulissante, 2 niveaux d'impostes fixes.

Bâtiment principal (tronc commun)
- Rez-de-chaussée : 4 registres de vitrages identiques fixes segmentés en deux parties symétriques
- 1er-5e étages (salles de théorie) : 5 registres de vitrages segmentés en deux parties symétriques : 1 niveau d'allège fixe, 3 niveaux formant la fenêtre coulissante, 1 niveau d'imposte fixe.

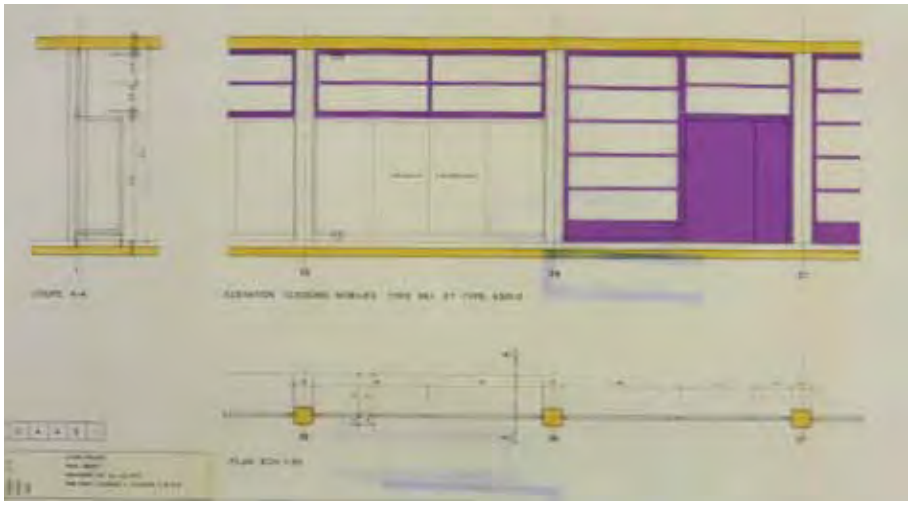
Groupe formé par le réfectoire et l'aula
- Rez-de-chaussée : 4 registres de vitrages segmentés en deux parties symétriques : 1 niveau d'allège fixe, 3 niveaux formant la fenêtre coulissante
- 1er étage : 5 registres de vitrages segmentés en deux parties symétriques : 1 niveau d'allège fixe, 3 niveaux formant la fenêtre coulissante, 1 niveau d'imposte fixe.

Sous une apparente uniformité du traitement des enveloppes, on trouve donc des cas relativement différents. Aux types principaux, il faut ajouter en effet les cas particuliers, voire l'ensemble des panneaux qui intègrent une porte (opaque, en aluminium thermolaqué), les ouvertures des cages d'escaliers (3 registres), celles des couloirs (1 registre), ou encore les modules à deux registres de la façade arrière de la cafétéria. Le recours des architectes à un registre commun agencé de manière différente selon les besoins du programme, a permis d'assurer la remarquable unité architecturale de l'ensemble.

Parmi les propositions formulées dans l'avant-projet en cours figure une variante qui comporterait la suppression de deux traverses. Les nouveaux ouvrants seraient donc constitués d'un seul vitrage de grande dimension. Ce choix est justifié par la réduction de la proportion des menuiseries, un composant dont la performance énergétique moyenne est considérée comme inférieure à celle des vitrages isolants. Cette option représente un changement majeur dans l'image des enveloppes et ne répond nullement au parti de « reconstruction à l'identique » proposé pour les façades du bâtiment de Paillard. Cela pose en effet plusieurs problèmes qui méritent d'être abordés à l'échelle de l'ensemble :

- Avec la suppression de deux traverses, la dominante horizontale très marquée des enveloppes serait définitivement supprimée au profit d'une trame plus hybride et assurément plus banale, qui reproduit le schéma classique allège-fenêtre-imposte que les architectes d'origine ont fermement rejeté.













EINEV, *Cloisons mobiles*, 1974, 1/50e (haut, droite, Archives GTA) ; photos TSAM, mai 2012

- Si dans les salles de cours du tronc commun la suppression de deux traverses permettrait de garder la parfaite symétrie des panneaux des façades recherchée par Paillard, dans les laboratoires (niveaux A à D) on obtiendrait un dessin bien moins régulier (avec deux registres d'imposte). Dans la même logique, la suppression de deux traverses dans les enveloppes à 4 registres du rez-de-chaussée (niveau E), créerait un déséquilibre inacceptable au niveau des partitions.

- Egalement, l'incidence de la suppression des traverses sur les « cas particuliers » mérite d'être traitée globalement : qu'il s'agisse des fenêtres des cages d'escaliers, des variantes à deux registres ou, encore plus, dans les panneaux qui intègrent une porte opaque, la suppression des traverses multiplierait en effet les « exceptions » et poserait, dans certains cas, des vrais problèmes au niveau des alignements. La cohérence générale des enveloppes – l'un des atouts du projet d'origine – en résulterait fortement compromise et cela de manière irréversible.

- La question de la « simplification » des enveloppes transparentes doit être traitée en relation à la spatialité intérieure. Aux étages de la division des laboratoires, par exemple, les cloisons mobiles en aluminium thermolaqué reproduisent en effet de manière fidèle la partition des façades (elles sont d'ailleurs fabriquées par la même entreprises, avec le même système constructif). La spatialité intérieure est clairement définie sur cette base : on peut lire une réelle continuité spatiale grâce à la correspondance exacte entre les enveloppes extérieures et les partitions intérieures. La modification du dessin des façades annulerait cet effet remarquable – d'ailleurs parfaitement contrôlé – du bâtiment de Claude Paillard.

- L'importante proportion de menuiseries par rapport aux parties vitrées joue un rôle essentiel dans la mise en couleur de l'ensemble. La couleur orange vive qui caractérise si fortement l'œuvre de Paillard en contraste avec les surfaces en béton brut, serait assurément moins présente. Cet aspect ne doit pas être négligé à l'échelle de l'ensemble.

- Les proportions des « pleins » et des « vides », voire des parties opaques et transparentes, méritent également d'être respectées sans exception. La solution de remplacement de panneaux vitrés en partie basse par des nouveaux éléments opaques proposée dans l'avant-projet est à proscrire. Elle représenterait un changement trop important dans l'aspect des enveloppes.

III.2.d Les travaux induits

Sur l'élimination du seul pont de froid de la façade au droit du pilier en béton armé, avec isolation du plafond et du plancher, ayant comme conséquence





Bâtiment principal OFSPO, Macolin, Max Schlupp architecte, 1970-1972 (Spaceshop, 2011)
Rénovation Spaceshop architectes, 2009-2011 (G. Marino, 2010)





Ecole des Boudines à Genève, G. Addor, D. Julliard, J. Bolliger, 1962-1964 (Archives Addor et Julliard)
Rénovation Aeby et Perneger architectes, 2009-2013 (G. Marino, 2011)

le remplacement des revêtements d'origine, des installations et un coût important qu'il conviendrait de comparer avec le gain effectif en termes de réduction de consommations.

III.2.e La « reconstruction à l'identique »

L'option de remplacement des enveloppes résulte d'une volonté du canton de Vaud d'obtenir la performance thermique optimale, voire d'être « exemplaire » en termes de développement durable, considérant les enjeux économiques et la valeur patrimoniale comme des aspects d'importance secondaire, en tous cas moindre. Le choix de ne pas préserver la substance matérielle d'origine – considérée a priori comme déficiente au niveau de la performance thermique – découle logiquement de cette prise de position claire et affirmée. La valeur patrimoniale – architecturale, sociale, historique au sens large – de l'ensemble de Claude Paillard a été toutefois reconnue par les instances cantonales, qui ont opté pour une solution de « reconstruction à l'identique » dans l'objectif de reproduire tout au moins la « forme » des enveloppes d'origine, préservant l'image des bâtiments plutôt que leur authenticité matérielle.
Cette solution est reconnue dans les milieux du patrimoine comme une solution de compromis. Rappelons que les recommandations qui accompagnent le *Recensement architectural du canton de Vaud* prescrivent que les bâtiments classés en note 2 *Monument d'importance régionale* « doivent être conservés dans leur forme et leur substance »[12].
Toutefois, quelques précédents illustres sont à signaler. Citons à titre d'exemple le cas du siège de Nestlé à Vevey, œuvre de Jean Tschumi datant de la fin des années 1950 (classée en note 1) qui a fait couler beaucoup d'encre à l'époque de sa reconstruction à l'identique par les architectes Richter et Dahl Rocha en 2000. Plus récemment, voire au moment du durcissement généralisé des normes thermiques à l'échelle nationale, cette stratégie d'intervention a été appliquée à des bâtiments remarquables, comme – pour rester dans le domaine des groupes scolaires – l'école des Boudines à Genève[13] ou le bâtiment de Max Schlupp dans l'ensemble de l'OFSPO à Macolin[14]. Ces deux projets considérés exemplaires dans cette démarche, sont le résultat de recherches très poussées des mandataires. Ils ont tenu à assurer le respect de l'image des enveloppes, dont l'apparence est respectée au millimètre près, tout en apportant des améliorations conséquentes au niveau de la performance thermique qui non seulement est désormais dans les limites légales, mais répond, dans le cas de Macolin, aux standards du label Minergie. Bien que dans les deux cas on assiste à

12 Etat de Vaud, Département des travaux publics, de l'aménagement et des transports, Service des bâtiments, Section monuments historiques et archéologie, *Recensement architectural du canton de Vaud*, plaquette, deuxième édition 2002 [1995], p. 15. Voir également : http://www.patrimoine.vd.ch.
13 Ecole des Boudines à Genève, G. Addor, D. Julliard, J. Bolliger, 1962-1964 ; rénovation Aeby et Perneger architectes, 2009-2013.
14 Bâtiment OFSPO à Macolin, M. Schlupp architecte, 1970-1972 ; rénovation Spaceshop architectes, 2009-2011.

un léger épaississement des panneaux dans la profondeur de la façade, les partitions, les matériaux, les teintes et les finitions sont respectées de manière très stricte afin de reproduire fidèlement l'image intérieure et extérieure des enveloppes d'origine.

Qu'il s'agisse du changement du système d'ouverture ou de la simplification de la partition des enveloppes vitrées, les mesures proposées dans l'avant-projet pour l'HEIG-VD ne sont pas en l'état actuel des études complétement compatibles avec le parti retenu de « reconstruction à l'identique ». Au vu de la valeur du bâtiment, ces aspects méritent d'être étudiés plus en détail pour garantir la réussite du projet de rénovation non seulement en termes de réduction des consommations mais également en relation avec les enjeux patrimoniaux.

ANNEXES

HEIG-VD YVERDON

BIBLIOGRAPHIE SELECTIVE

« Wettbewerb Kantonales Technikum un Yverdon » in *Schweizerische Bauzeitung*, n°20, Mai 1968, pp. 339-348.

« L'école technique supérieure de l'Etat de Vaud » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°9, mai 1971, p. 53.

« Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV) » in *AS Architecture suisse*, n°24, novembre 1976.

« L'école technique supérieure de l'Etat de Vaud » in *Bulletin technique de la Suisse romande*, n°14 du 8 juillet 1976 (tiré à part).

« Architecture » in *Domaine public* n°363, 1976.

Diego Peverelli, « Höhere Technische Lehranstalt des Kantons Waadt in Yverdon » in *Werk-archithese* n°2, 1977, pp. 52-57.

Adler F., Girsberger H., Riege O., *Guide d'architecture suisse*, Artemis, Zurich, (1969), réédition 1978, p. 41.

« Sandkasten Schweiz, Kleine Anthologie neuer Schulbauten » in *Werk-Archithese*, n°13-14, 1978, p. 49.

« Claude Paillard, Technical University in Switzerland » in *Architecture and Urbanism*, n°106, Juillet 1979, pp. 33-40.

Liliana Brosi (dir.), *Am Rand des Reissbretts, Zehn Schweizer Architekten*, Chur, 1980.

« Standortbestimmung, Schweizer Architektur des letzen Jahrzehnts » in *Werk, Bauen+Wohnen*, n°1-2, 1980, p. 48.

« Chronik Architekturpreis » in *Werk, Bauen+Wohnen*, n°9, 1981, p. 54.

Prix Architecture Béton 81, VSZKGF (Société suisse de fabrication de ciment, chaux et gypse), Zurich, 1981, pp. 7-15.

Gilles Barbey, « Exemple d'art intégré à Yverdon » in *Bulletin du ciment*, n°24, décembre 1981, pp. 1-8.

Pierre Zoelly, « Prix d'architecture Béton 81 » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°18, 15 septembre 1982, pp. 20-25.

Jacques Gubler, « Notule sur un ensemble monumental » in *Ingénieurs et architectes suisses*, n°23, 1983, pp. 433-435.

Rodolphe Luscher (dir.), « Distinction vaudoise d'architecture 1985 » in *Portraits de l'architecture vaudoise 1974-1984*, Payot, Lausanne, 1985, pp. 67-71.

Zeller Christa, *Guide d'architecture suisse 1920-1995, vol. 3 Suisse romande, Valais, Tessin*, Werk Verlag, Stuttgart, 1996, p. 86.

Eugen Brühwiler, « Réfection des façades en béton apparent de l'Ecole d'ingénieurs d'Yverdon » in *Ingénieurs et architectes suisses*, n°13-14, 1999, pp. 240-242.

Claude Paillard, Hannes Ineichen, *Claude Paillard Bauten und Projekte 1946-1997*, Schweizer Baudokumentation, Blauen, 2002, pp. 164-183.

Katia Freda, « Extension de l'EIVD (Yverdon) » in *Tracés*, n°1-2, 2003, pp. 24-25.

« Nos étudiants trouvent facilement du travail » in *Convergences Siemens*, n°3, 2007.

Sélection de coupures de presse :

« Le technicum vaudois se construit à Yverdon et non pas à Lausanne », *Nouvelle revue de Lausanne*, 4 avril 1963.

« Le Technicum vaudois à Yverdon ? La décentralisation, un mal nécessaire… », *Feuille d'avis de Lausanne*, 6-7 avril 1963.

« Le Technicum d'Yverdon accueillera 500 étudiants », *Feuille d'avis de Lausanne*, 29 avril 1971.

« Ecole technique vaudoise, Première pierre posée à Yverdon », *Gazette de Lausanne*, 14 octobre 1972.

« Un événement qui fera date dans l'histoire d'Yverdon, L'inauguration de l'ETSEV », *Journal d''Yverdon et du Nord vaudois*, 20 mai 1976.

« Inauguration de l'Ecole technique supérieure, Une des meilleures du pays », *Journal d''Yverdon et du Nord vaudois*, 21 mai 1976.

« Grande inauguration hier à Yverdon », *Le Nouvelliste*, 21 mai 1976.

« Inauguration de l'Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV) », *Feuille d'avis de Vevey*, 21 mai 1976.

« Fastueuse inauguration de l'ETSEV à Yverdon, M. Brugger et l'importance de la formation professionnelle », *Tribune – Le Matin*, 21 mai 1976.

« Inauguration de l'ETSEV à Champittet », *Journal d'Yverdon et du Nord vaudois*, n°118, 21 mai 1976.

« La mise en couleurs du Technicum », *24 Heures*, 24 octobre 1977.

SOURCES

Archives de la division Architecture et Ingénierie, Etat de Vaud, Département des finances et des relations extérieures (DFIRE) Service Immeubles, Patrimoine et Logistique (SIPAL), Lausanne
Personnes de contact : Ruben Merino, Tamara Robbiani

- Dossier photographique avant et après rénovation
- Divers jeux de plans microfilmés et numérisés
- Classeurs de documentations diverses
- CETP, Ingénieurs conseils, *Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV), Rapport finale,* octobre 1978
- Eugen Brühwiler, *Ecole d'ingénieurs à Yverdon-les-Bains, Remis en état des éléments de façades en béton apparent, Evaluation du procédé MFP*, juin 1996
- SIPAL, *Cahier d'avant-projet Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud (HEIG-VD), Projet d'extension, Yverdon-les-Bains*, 2010
- SIPAL, Bovet Jeker architectes Sàrl, *Projet de rénovation, Etude préliminaire, Haute école d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud (HEIG-VD),* 2011
- Dolci architectes, BG Ingénieurs Conseils, Emmer Pfenninger Partner AG, *Annexe au dossier d'avant-Projet, HEIG-VD, Assainissement énergétique de l'enveloppe du bâtiment HEIG-VD*, 2012

Archives cantonales vaudoises, Chavannes-près-Renens

- Dossier SB 49/132 Technicum vaudois. Correspondances diverses (1956-1970)
- Dossier SB 49/133 Technicum vaudois. Plans. Photographies. Commission technique. Ecoles technique supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV). Correspondance. (1971-1980)
- Boites S95 789 1-36 1965-1982 Yverdon ETSEV, école technique supérieure de l'Etat de Vaud Construction : empd, corr. Communale, cantonale, fédérales, mandataires, entreprises, factures
- Boites S95 790 1-6 1960-1982 Yverdon EINEV Construction : dossier du délégué à la construction M. Dubochet
- Boîtes S95 791 1960-1982 Yverdon ETSEV Construction : factures, contrats, listing comptabilité
- Boîtes S95 792 1-3 1956-1982 Yverdon EINEV Construction-bouclement : concours architecture, corr. Factures

Archives GTA (Institut für Geschichte und Theorie der Architektur, Zurich
Personne de contact : Daniel Weiss

- Archives Claude Paillard, HEIG Yverdon (plans (calques), photographies, brochures, documents divers)

Archives de la Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD), Yverdon
Personnes de contact : Philippe Moser, André Steiner

- Photographies : bâtiment terminé et inauguration
- Films super8 : construction, inauguration
- Diverses brochures de présentation
- Dossier divers : Exposé nouveau bâtiment ; ETSEV courrier M.C. Paillard architecte ; Généralité autres écoles, articles de presse, exposé des motifs ; divers ; Commission d'art
- Dossier de plans divers

Voraussetzung für dieses wenig aufwendige System ist also ein guter Sonnenschutz des Gebäudes. Der äussere Sonnenschutz ist am wirksamsten, lässt sich aber aus architektonischen Gründen oft nicht anwenden. Bei innerem Sonnenschutz ist wärmeabsorbierendes Glas zu verwenden. Um in diesen Fragen richtig zu entscheiden, sollte sich der Architekt sehr frühzeitig mit dem Klimaingenieur in Verbindung setzen. Auch vom Standpunkt des Komfortes aus ist ein guter Sonnenschutz erwünscht. Ähnliche Systeme, die oft nur als Teilklimaanlagen (Ventilation mit Be- und Entfeuchtung der zugeführten Luft) gebaut sind, haben sich in grossen Gebäuden bewährt [2]. Sie bewirken nicht nur Kühlung im Sommer, sondern als wesentlichen Vorteil auch Ventilation und Befeuchtung im Winter.

Im vorher besprochenen System bestehen noch weitere Möglichkeiten zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit. Insbesondere kann im Winter die Abluftwärme zur Vorwärmung der Zuluft ausgenützt werden, und im Sommer kann die Gebäudeabluft für die Verbesserung der Wärmeabfuhr aus dem Rückkühlwerk für das Kühlwasser der Kältemittelkondensatoren dienen und so helfen, die Motorleistung der Kälteanlage zu verringern. In Ausnützung aller bestehenden Möglichkeiten kann die Ventilationsluftmenge unter Umständen bis auf das Doppelte des minimal Notwendigen erhöht werden, ohne dass deshalb die Energiekosten die üblichen Werte übersteigen.

Grossraumbüros

Auch in der Schweiz werden immer mehr Grossraumbüros angewendet. Dabei muss klimatechnisch zwischen einer Aussenzone entlang den Wänden und einer Innenzone unterschieden werden. Die Aussenzone wird meistens 5 bis 6 m tief angenommen, da weiter innen die natürliche Beleuchtung nicht mehr genügt. Die Innenzone weist mit Ausnahme des obersten Geschosses überhaupt keinen Wärmeaustausch mit aussen auf, da sie auf allen Seiten von klimatisierten oder geheizten Räumen umgeben ist. Dagegen ist der Wärmeanfall infolge Beleuchtung ganz erheblich; erreicht doch diese heute in Europa Werte von 50 bis 60 W/m², in Einzelfällen sogar bis 100 W/m². In einem solchen Büro ist ohne Klimaanlage nicht auszukommen.

Auch in diesem Falle tritt ein ganz erheblicher Teil der Wärme in Form von Wärmestrahlung in den Raum ein. Die abzuführende Wärmemenge erreicht aber nach einigen Stunden Betrieb Werte, bei denen kein wesentlicher Unterschied zwischen der momentan zugeführten und der momentan abzuführenden Wärmemenge besteht.

Um den Wärmeanfall für die Klimaanlage zu verringern, wird neuerdings die Lampenabsaugung angewendet. Die Abluft aus den Räumen wird, wie Bild 12 zeigt, über die Lampengehäuse geleitet, wo sie bis drei Viertel der in den Lampen und den zugehörigen Transformern erzeugten Wärmemenge aufnimmt; diese tritt somit gar nicht erst in den Raum aus. Dadurch kann die Klimaanlage bezüglich Luftmenge erheblich kleiner gehalten werden. Die Leuchte wird ausserdem näher bei ihrer optimalen Temperatur gehalten und die Lichtausbeute ist deshalb höher als bei ähnlich eingebauten Leuchten ohne Absaugung. Die Reflektoren bedürfen allerdings periodischer Reinigung, da sie infolge Unreinigkeiten in der Abluft rasch verschmutzen.

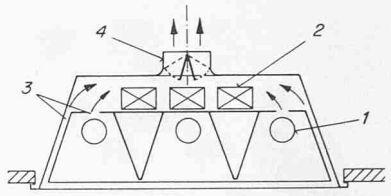
Zweikanalanlagen

Das Prinzip der Zweikanalanlage ist einfach: In der Nähe der zu klimatisierenden Räume werden warme und kalte Luft miteinander derart gemischt, dass sich im Raum die gewünschte Temperatur einstellt. Im übrigen sei auf das einschlägige Schrifttum verwiesen [3], [5], [6].

Die vorhin am Beispiel eines Einkanal-Nachwärmsystems besprochenen Möglichkeiten zur Verringerung der Spitzenleistung

Bild 12. Einbau-Deckenleuchte mit Abluftkühlung

1 Leuchtröhren
2 Transformer (Drossel)
3 Abluftschlitze
4 Abluftstutzen mit Regulierklappe



können gleicherweise für Zweikanalsysteme ausgeschöpft werden; dadurch entsteht das Zweikanalsystem ohne Umluft. Statt der Radiatorheizung kann Warmluft dem warmen Kanal des Zweikanalsystems entnommen werden, um den Raum im gewünschten Masse zu heizen. Dieses Verfahren bedeutet eine wesentliche Vereinfachung und Verbesserung des Zweikanal-Prinzips, da die Umluft und mit ihr die Geruchsvermischung entfallen, der Kraftbedarf für Ventilator-Antrieb erheblich kleiner ausfällt und auch die Kanäle kleiner werden. Dadurch eröffnen sich für das Zweikanal-System völlig neue Perspektiven in der Luftverteilung. Der Luftaustritt unter dem Fenster wird wirtschaftlich tragbar, womit auch Blasluftsysteme entfallen. Für Einzelregulierung jeder Achse fehlt allerdings noch ein preiswerter Mischapparat kleiner Leistung, der mit einem Induktionsauslass versehen ist. Der Vorteil, dass zum Beispiel Versammlungsräume an das gleiche System angeschlossen und nur temporär mit grosser Luftmenge bedient werden, bleibt gewahrt.

Andere Systeme

Ausser den bisher beschriebenen Systemen gibt es noch zahlreiche andere, die unter Umständen für einen gegebenen Bau günstige Lösungen darstellen können. Darunter sind auch die Fan-Coil-Apparate (Klimatruhen) zu nennen. Diese Apparate können jederzeit anstelle von Induktionsgeräten in den Räumen aufgestellt werden. Sie enthalten einen kleinen Ventilator anstelle der als Strahlpumpen wirkenden Düsen. Werden mit solchen Apparaten gewisse technische Mängel wie fehlende Befeuchtung im Winter in Kauf genommen, so kann ausserdem noch das Primärluftsystem weggelassen werden, eine Lösung, die in Gegenden, wo die Wintertemperatur kaum unter Null sinkt, durchaus genügt. Auch dieser Anlagetypus kann mit Drei- oder Vierrohr-Systemen so gebaut werden, dass Einzelregulierung jedes Raumes möglich ist.

In unserem Klima muss allerdings eine Befeuchtung im Winter immer vorgesehen werden. Sie ist zur Rechtfertigung des Einbaus einer Klimaanlage noch wichtiger als die hier hauptsächlich behandelte Abführung der Sommerhitze. Die Luft wird bei allen beschriebenen Systemen in der Zentrale be- und entfeuchtet, da die zu Ventilationszwecken zuzuführende Luftmenge auch für diesen Zweck gross genug ist.

Literaturverzeichnis

[1] Handbook of Air Conditioning System Design, Carrier Air Conditioning Company, McGraw Hill 1965.

[2] *W. Ziemba.* Klima-, Lüftungs- und Heizungsanlagen im Hochhaus «zur Palme». SBZ *83* (1965), H. 50, S. 932.

[3] *J. Ernst.* Die Klimaanlagen im Sulzer-Hochhaus. SBZ *84* (1966), H. 44, S. 771.

[4] *W. Ziemba.* Klimakonvektoren. SBZ *72* (1954), H. 24, S. 354.

[5] *K. Daniels.* Die Hochdruckklimaanlagen. Düsseldorf 1967, VDI-Verlag.

[6] *R. Plank.* Handbuch der Kältetechnik, 12. Bd. S. 360–384. Berlin, Heidelberg, New York 1967, Springer Verlag.

[7] *A. Märki.* Die klimatechnischen Anlagen im neuen Bürogebäude der Escher Wyss AG in Zürich. SBZ *73* (1955), H. 26, S. 402–409.

Wettbewerb Kantonales Technikum in Yverdon

DK 727.113

Der in zwei Stufen sich abwickelnde Projektwettbewerb für ein Technikum auf dem Gelände von La Villette in Yverdon wurde bereits im November 1965 (SBZ 1965, H. 46, S. 859) ausgeschrieben, im August 1966 (SBZ 1966, H. 32, S. 582) als öffentlicher Wettbewerb, und im Dezember 1967 (SBZ 1967, H. 50, S. 922) mit Bezug auf die überarbeiteten Projekte durch eine Expertenkommission abschliessend entschieden.

Zur Teilnahme am **allgemeinen Projektwettbewerb** (1965/66) waren berechtigt die im Kanton Waadt anerkannten Architekten, welche im Kanton heimatberechtigt oder als Schweizer Bürger seit mindestens 1. Oktober 1965 im Kanton Waadt niedergelassen sind. Architekten im Preisgericht waren J.-P. Cahen, Lausanne, Prof. Ch.-Ed. Geisendorf ETH, Zürich, B. Huber, Zürich, J.-P. Merz, Lausanne und als Stadtbaumeister R. Rouilly, Yverdon.

Das Technikum war für 500 Schüler zu bemessen, welche sich auf die Lehrabteilungen Mechanik, Elektrotechnik und Elektronik, Bautechnik und Agrikulturtechnik verteilen. Gemäss dem ausführlichen Raumprogramm waren verschiedene Technikumsbauten erwünscht nach folgender Unterteilung: a) Tronc commun: 19 salles de cours, 2 salles de dessin technique, auditoire général, auditoires, salles de préparation et laboratoires pour l'enseignement de la physique, de la chimie, de la mécanique et de l'électrotechnique, laboratoire de langues; b) Division de mécanique. c) Division d'électrotechnique et d'électronique; d) Division de génie civil et de génie rural; e) Ad-

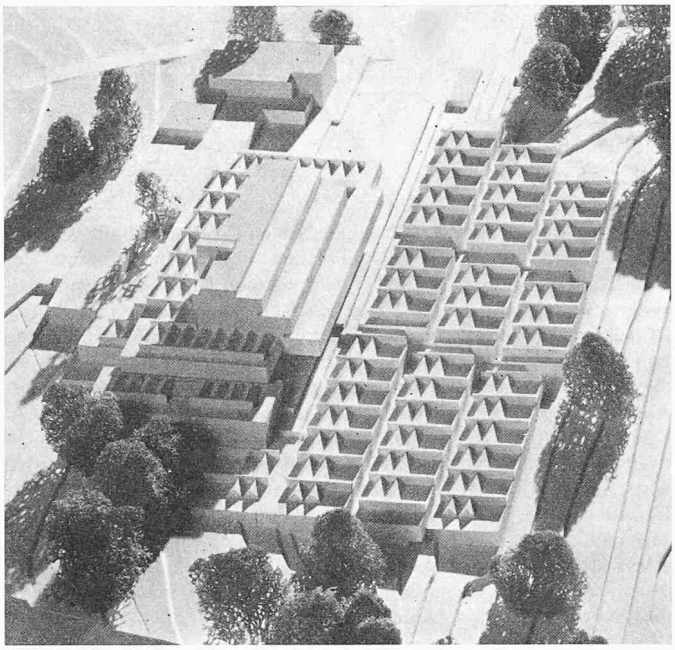


Bild 1. Modell von Nordosten

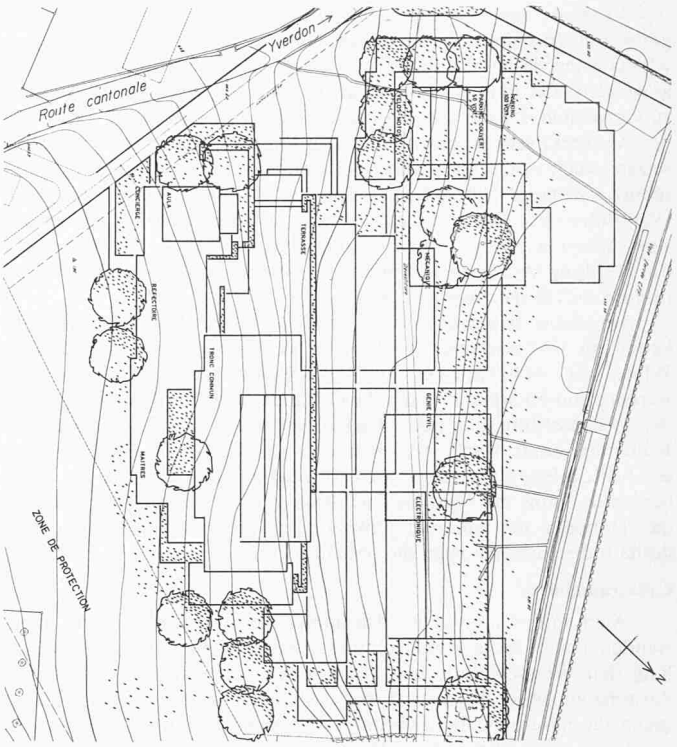


Bild 4. Lageplan 1:2500 (die Nordorientierung ist, zur besseren Vergleichbarkeit mit dem Modellbild, gegenüber den Grundrissplänen um rund 90 ° abgedreht)

Projekt Nr. 1, Verfasser: **Frédéric Brugger,** Architekt BSA/SIA, Lausanne; Mitarbeiter: **F. Guth, J.-P. Borgeaud**

Bild 2. Laboratoires — Ateliers 1:800

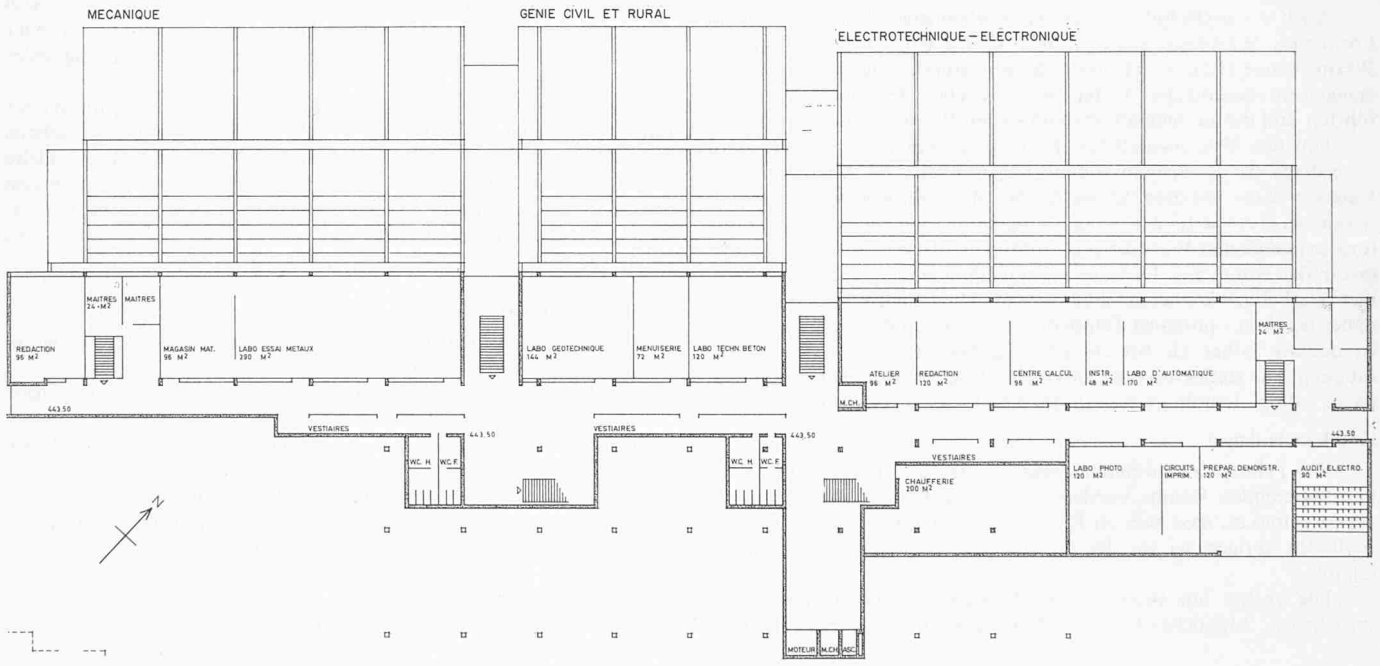
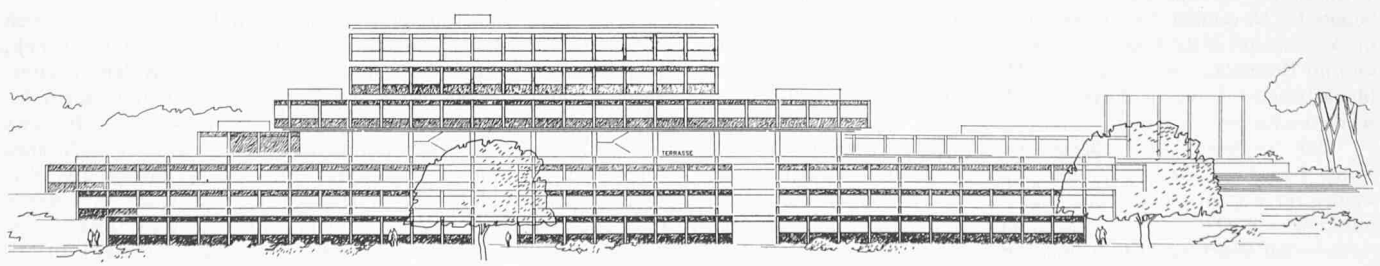


Bild 3. Nordwestansicht 1:800



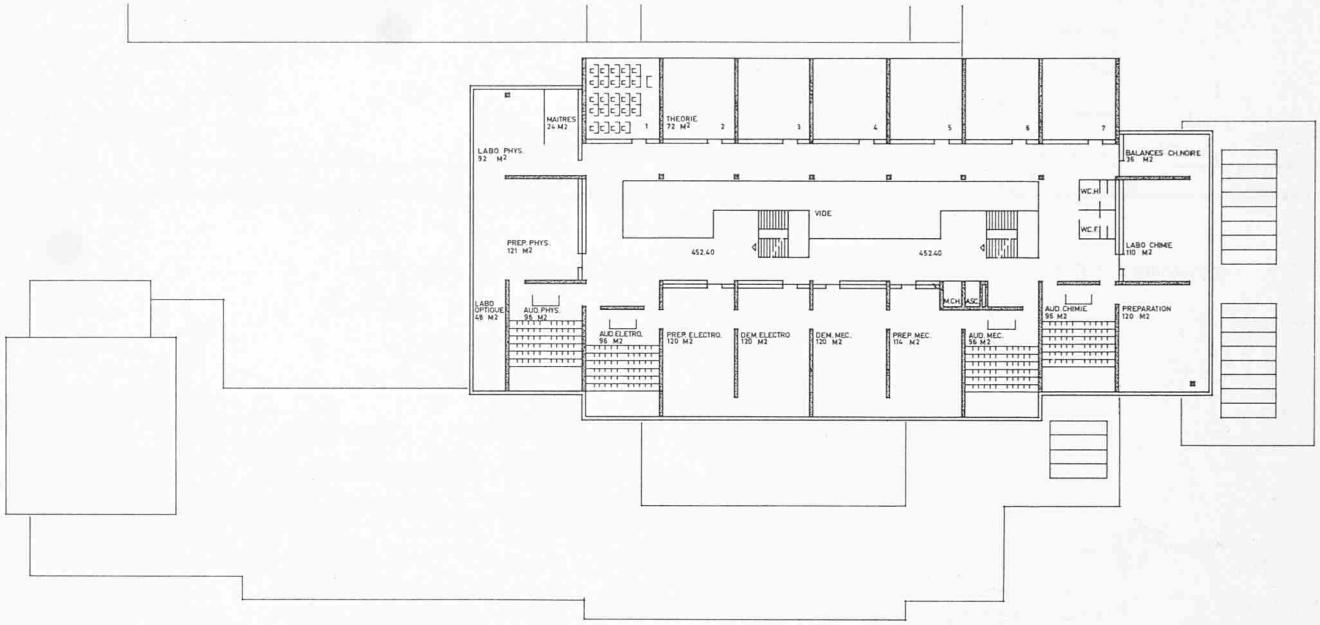


Bild 5. Tronc commun 1:800, erstes Obergeschoss (Niveau 452,40 m)

Beurteilung durch die Expertenkommission

L'adaptation au site est excellente. L'orientation générale est dirigée vers le côté tranquille.

Les accès sont favorables, les circulations sont réduites au minimum.

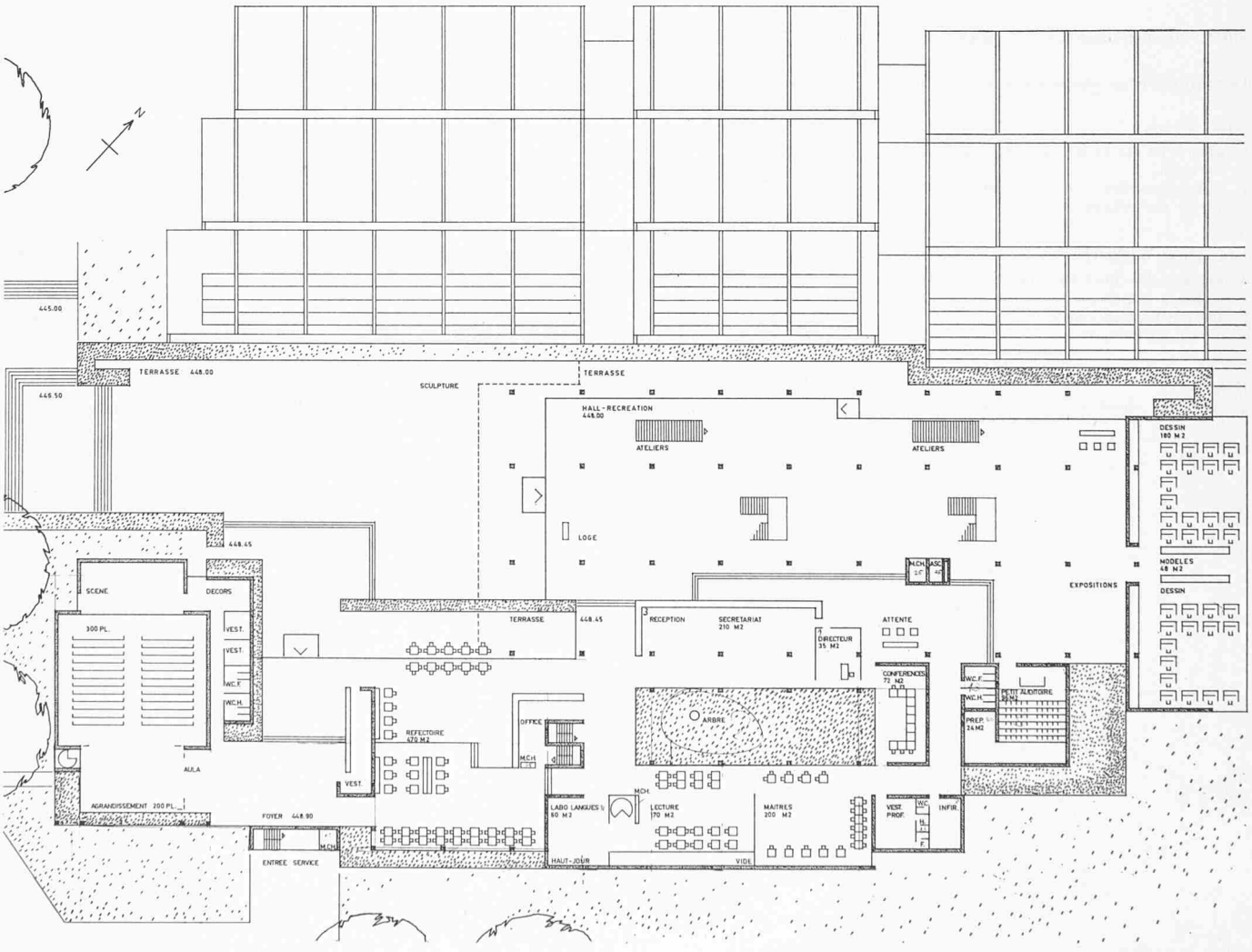
Les liaisons intérieures sont excellentes; toutes les fonctions sont accessibles à partir d'un hall central ouvert sur la vue; cette disposition favorise au plus haut degré la création d'un esprit de maison.

La présence de deux circulations transversales entre les groupes de laboratoires raccourcit la longueur des dégagements; ceux-ci sont agrémentés par un bon éclairage naturel.

Le grand hall du rez-de-chaussée est trop vaste; il pourrait abriter l'une ou l'autre des fonctions qui se trouvent à proximité.

Les possibilités d'extension existent principalement dans la zone inférieure.

Bild 6. Tronc commun 1:800, Erdgeschoss (Niveau 448,00 m)



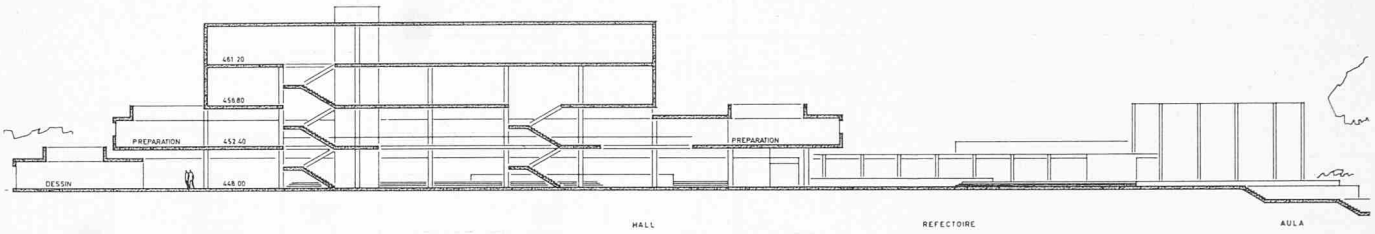


Bild 7. Längsschnitt 1:800 durch die Eingangspartie Tronc commun mit Ansicht Réfectoire und Aula

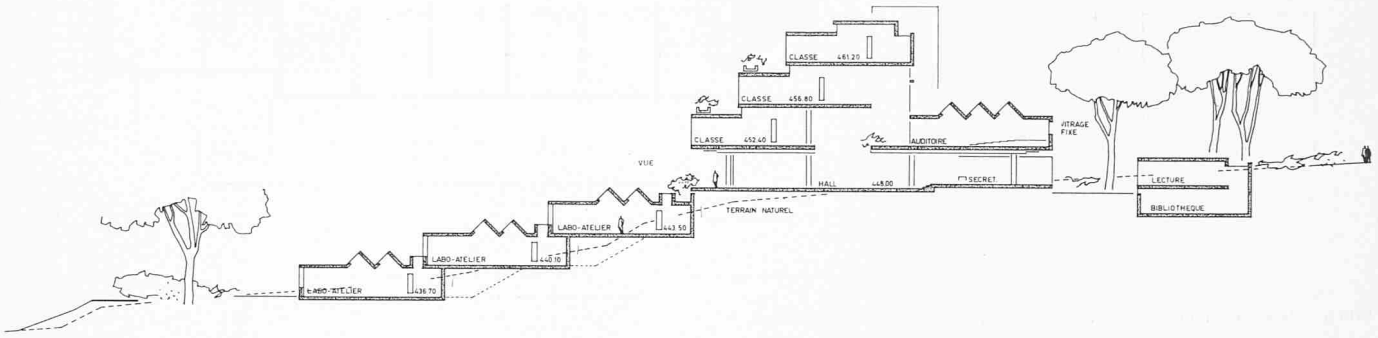


Bild 8. Querschnitt 1:800 durch Tronc commun und Laboratoires — Ateliers

La distribution du tronc commun autour d'un vide central crée de bonnes relations entre les étages. La disposition des classes en gradins est coûteuse mais elle permet un bon éclairage en profondeur et une bonne ventilation avec de bonnes proportions.

Les possibilités de rationalisation esquissées devraient être mises en œuvre avec le plus grand sérieux pour permettre l'économie de l'exécution. De ce point de vue il conviendrait d'examiner aussi si le nombre des sheds ne devrait pas être réduit ou remplacé par un système ponctuel comme dans le premier projet.

On constate que certains locaux n'ont pas les surfaces demandées et que certaines exigences du programme ne sont pas satisfaites.

Cube rectifié 90 706 m³

Bild 9. Isometrischer Schnitt durch Tronc commun und Laboratoires — Ateliers

La construction en éléments sériés, entre axe 8,00 module secondaire, entre axe 2,00 × 2,00 m

tronc commun

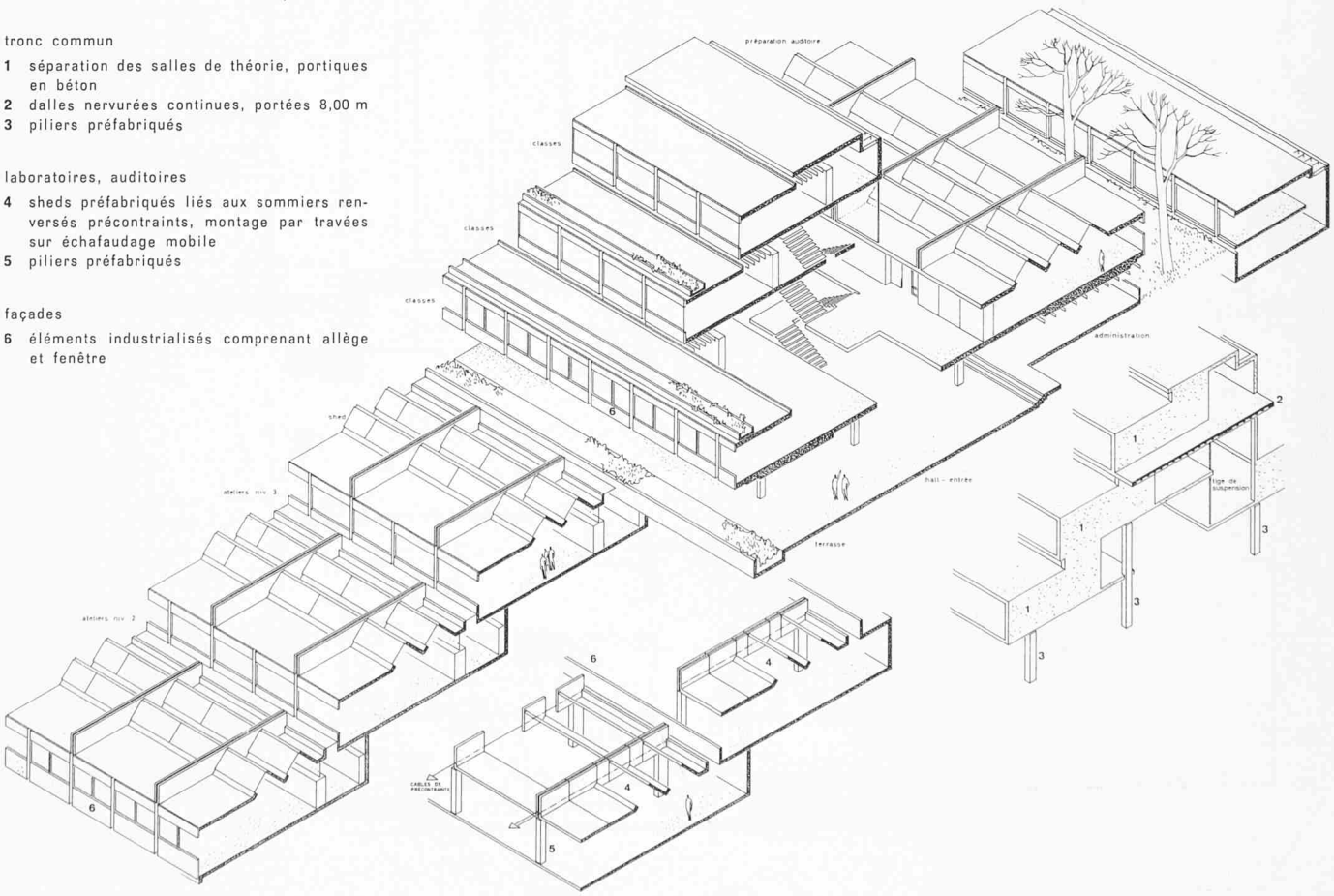
1 séparation des salles de théorie, portiques en béton
2 dalles nervurées continues, portées 8,00 m
3 piliers préfabriqués

laboratoires, auditoires

4 sheds préfabriqués liés aux sommiers renversés précontraints, montage par travées sur échafaudage mobile
5 piliers préfabriqués

façades

6 éléments industrialisés comprenant allège et fenêtre



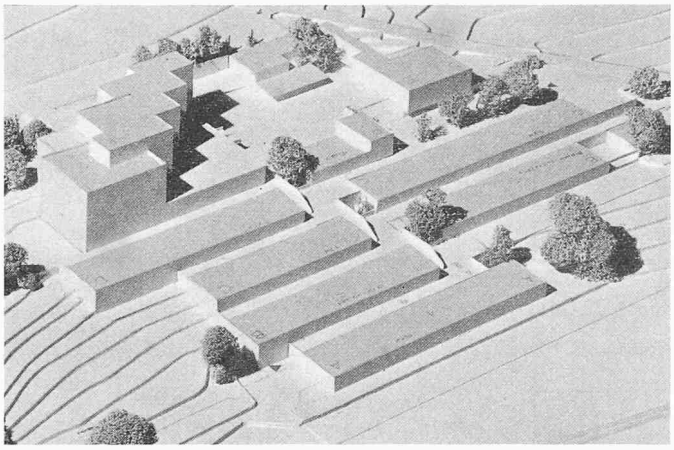


Bild 10. Modell von Norden

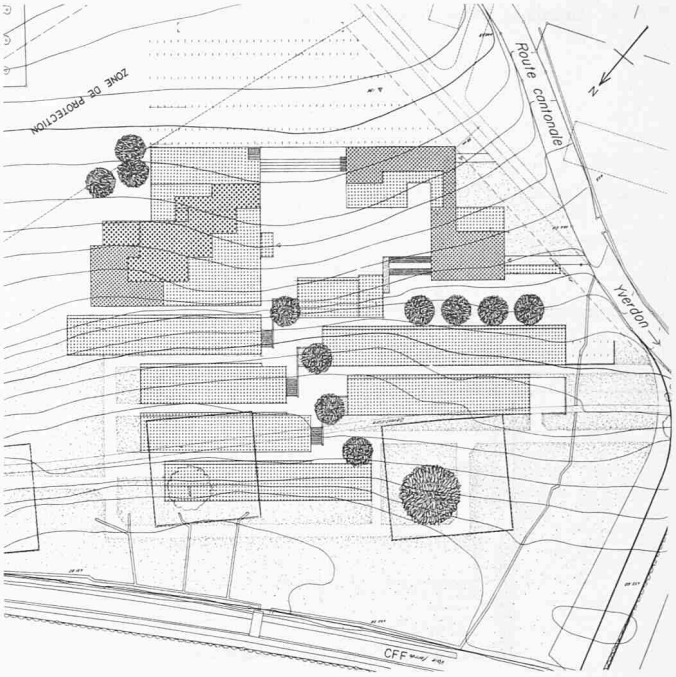


Bild 13. Lageplan 1:2500 (die Nordorientierung ist, zur besseren Vergleichbarkeit mit dem Modellbild, gegenüber den Grundrissplänen um rund 180 ° abgedreht)

Projekt Nr. 2, Verfasser: **Claude Paillard,** Architekt BSA/SIA, Teilhaber des Ateliers CJP, Zürich

Beurteilung durch die Expertenkommission

L'implantation, l'orientation et l'adaptation au site sont excellents. Par ses décrochements, le tronc commun bénéficie de l'orientation sud-ouest.

Les accès se distribuent bien à partir de la route de Cheseaux. Les arrivées des piétons et des véhicules se réunissent sur une place centrale. Les livraisons, séparées des autres trafics, desservent tous les niveaux des laboratoires. Les liaisons souterraines par monte-charges sont longues, coûteuses et décentrées.

Du fait de la liaison transversale unique, les dégagements longitudinaux des laboratoires sont longs et peu attractifs; en revanche, la descente transversale est heureusement résolue.

La disposition et la répartition des classes, de l'administration, de l'aula et du réfectoire sont bonnes.

Les dégagements des classes ont plutôt le caractère d'un établissement secondaire que d'un technicum, mais on relève les bonnes liaisons du tronc commun entre les salles de préparation, de démonstration et les auditoires.

Le réfectoire, assez éloigné de certains locaux, ne manque pas d'intérêt.

Les possibilités d'extension sont très favorables.

Il est avantageux que chaque section soit sur un seul niveau. La trame de 4 mètres sur la base de laquelle le projet est établi permet en principe une rationalisation des principaux éléments. La preuve n'en est cependant pas apportée.

L'architecture est traitée avec une heureuse sobriété.

Cube rectifié 86 010 m³

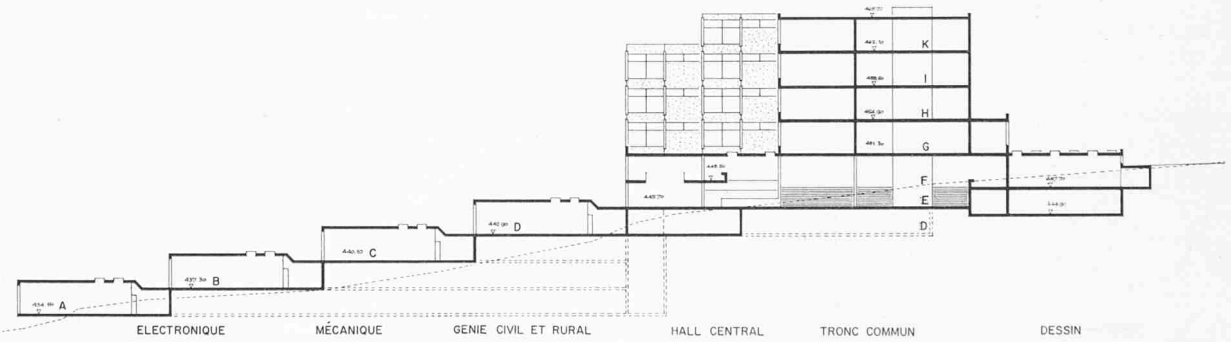


Bild 11. Schnitt Südost-Nordwest 1:800

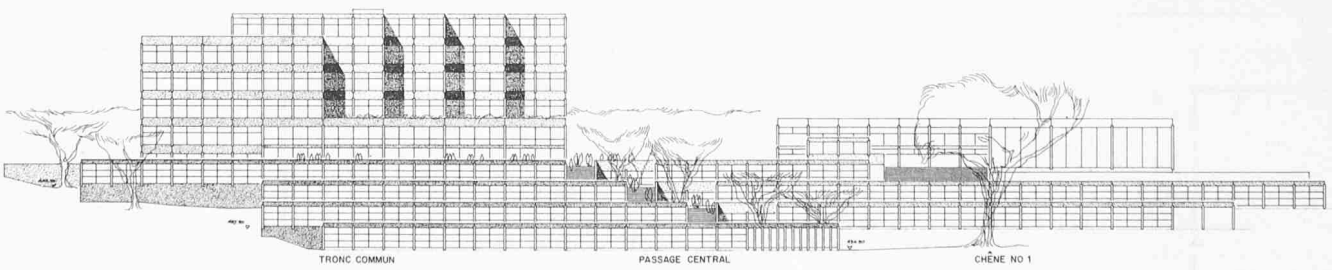


Bild 12. Nordwest-Ansicht (Seeseite) 1:800

Bild 14. Geschoss F (Niveau 447,70 m, vgl. Bild 11) 1:800

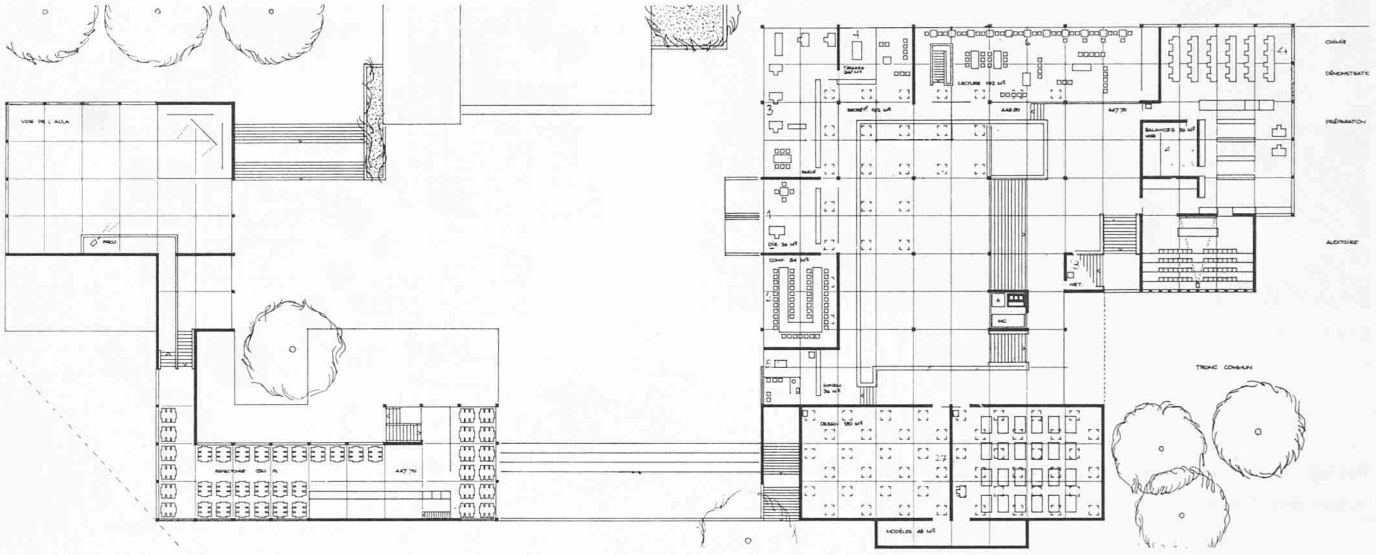
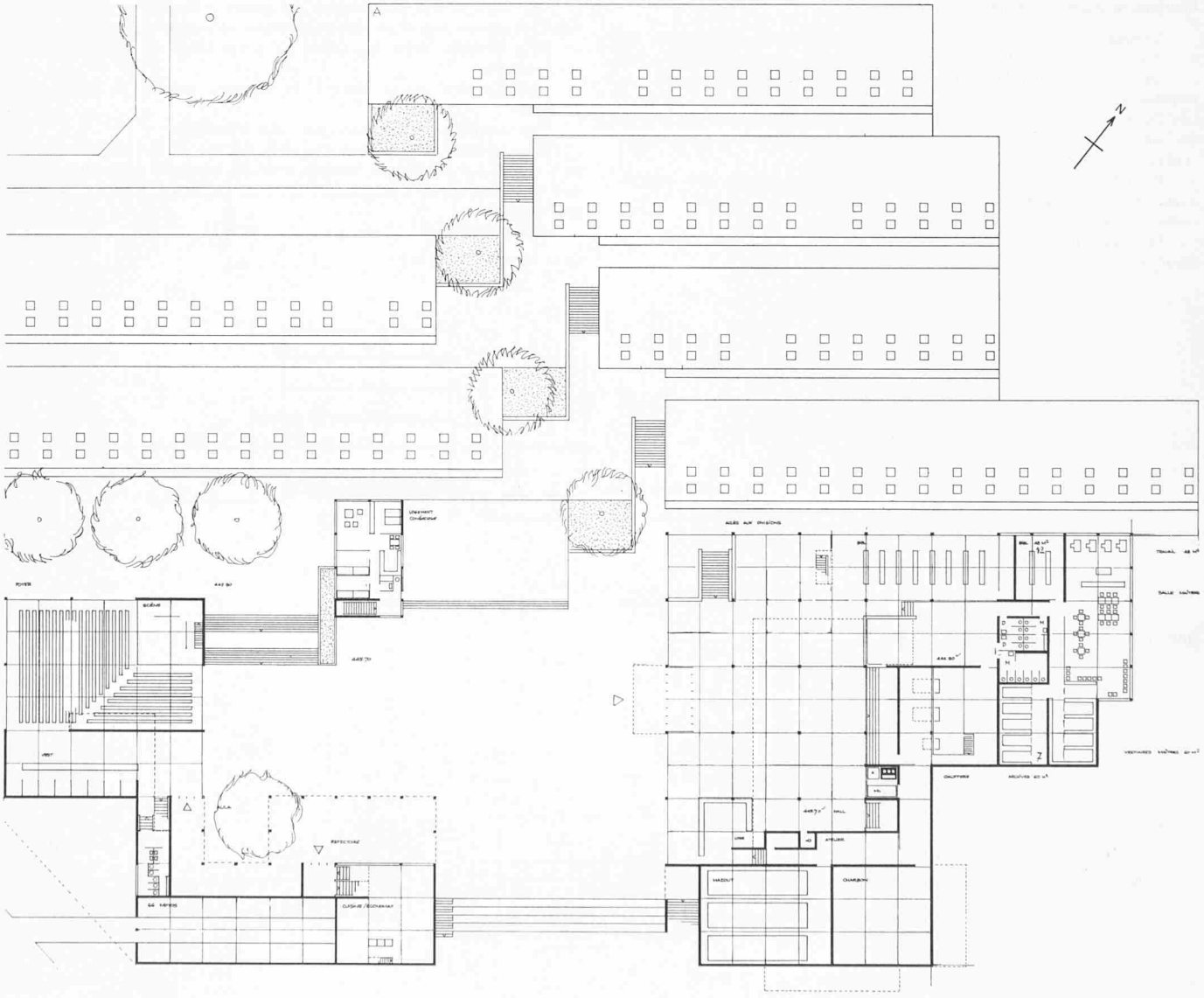


Bild 15. Geschoss E (Niveau 445,70 m, vgl. Bild 11) 1:800



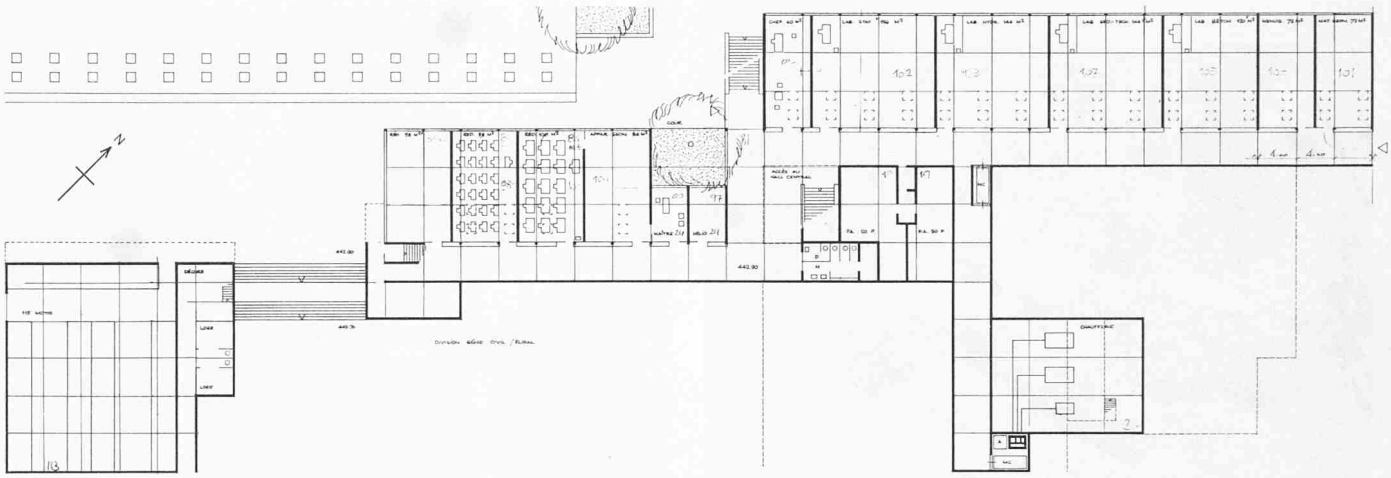


Bild 16. Geschoss D (Niveau 442,90 m, vgl. Bild 11) 1:800

ministration et salles des maîtres: Bureau du directeur avec salles de conférences, secrétariat, réception, salle d'attente, parloir, local pour machines de bureau, centrale téléphonique, local d'archives, infirmerie, salle des maîtres, bibliothèque et salle de lecture pour les maîtres, bibliothèque centrale et salle de lecture pour les élèves, salle de travail pour les maîtres; f) Aula; g) Salle de gymnastique et douches; h) Réfectoires, cuisine, appartement du concierge.

Der Projektierung mass das Preisgericht zum vornherein sehr grosse Bedeutung hinsichtlich der allgemeinen Wirtschaftlichkeit bei. Sie hatte sich nicht nur auf die Planung, sondern auch auf eine mögliche *rationelle Bauweise* zu erstrecken. Die Zweckbestimmung dieser Schule und deren künftige Erweiterungsmöglichkeiten, besonders auch bezüglich der Laboratorien, sollten für die Konkurrenten Anlass bieten, eine grösstmögliche *Flexibilität* anzustreben.

Unter 38 Entwürfen wurde wie folgt *entschieden:*

1. Preis (8000 Fr.) Frédéric Brugger, Lausanne
2. Preis (7500 Fr.) Claude Paillard, Zürich
3. Preis (7000 Fr.) D. Gudit & M. Vogel, Yverdon
4. Preis (6500 Fr.) J.-D. Urech, Lausanne, Mitarbeiter M. Bevilacqua
5. Preis (6000 Fr.) Henry Collomb, Lausanne
6. Preis (3000 Fr.) A. Duvoisin, Yverdon, Mitarbeiter H. Zentner, Lausanne
7. Preis (2000 Fr.) Frank und Aldo Dolci, Yverdon

Das Preisgericht beantragte dem Regierungsrat des Kantons Waadt, die Verfasser der mit dem ersten bis fünften Preis ausgezeichneten Projekte mit einer Weiterbearbeitung zu beauftragen. Die feste Entschädigung hierfür betrug je 5000 Fr.

Die zur **Beurteilung der 5 überarbeiteten Projekte** bestellte *Expertenkommission* setzte sich zusammen aus:
Prof. Ch.-E. Geisendorf, J.-P. Cahen, A. Corbaz, B. Huber, A. Martin, J.-P. Merz, G. Thalmann und Kantonsbaumeister J.-P. Vouga.

Die Kommission stellte fest, dass alle fünf überarbeiteten Projekte eine Verbesserung der architektonischen Qualität und eine spürbare Einsparung im Kubikinhalt aufweisen, welche nicht allein auf eine Beschränkung in der Zahl der Aulaplätze und den Wegfall der Turnhallen zurückzuführen ist, sondern auch durch eine bessere Erfassung des Wirtschaftlichkeitsproblemes. Demgegenüber ist – mit einer Ausnahme – die Rationalisierung durch die Projektbearbeiter nicht so weit getrieben worden, wie dies nach Auffassung der Experten wünschenswert gewesen wäre.

Im Verlaufe der Beurteilung stellte die Expertenkommission die beiden hervorragenden Projekte *Brugger* und *Paillard* einander gegenüber, wobei sich ergab mit Bezug auf:

Implantation, accès, parking

Dans les deux projets l'implantation donne satisfaction et les accès sont clairs. Le projet Brugger prévoit les stationnements à la partie basse du terrain, le projet Paillard dans la partie haute. Le stationnement dans la proximité de l'autoroute et hors de la face tranquille des bâtiments est jugé préférable.

Tronc commun, classes

Les classes du projet Brugger ont une orientation exclusivement au nord-ouest mais bénéficient d'un éclairage complémentaire avantageux; celles du projet Paillard offrent une double orientation nord-ouest et sud-ouest; les avantages et les inconvénients des deux solutions se compensent; les locaux du tronc commun sont groupés, dans le projet Brugger, autour d'un vide central qui permet de bonnes liaisons; ceux du projet Paillard sont répartis par étages. Les deux dispositions sont intéressantes.

Divisions (laboratoires et ateliers)

Les divisions, dans le projet Brugger, sont groupées en suivant la pente du terrain sur trois niveaux et en trois secteurs séparés par de courtes communications les reliant au hall central. Dans le projet Paillard, elles sont au contraire disposées en bandes, chacune sur un niveau avec une seule communication principale vers le hall. Cette dernière disposition présente l'avantage d'une plus grande élasticité mais l'inconvénient de plus longs dégagements.

Réfectoires, aula, administration

Le réfectoire du projet Brugger se trouve en liaison directe avec le hall central qu'il anime. Il est proche de tous les secteurs de l'école. En revanche le réfectoire du projet Paillard est nettement séparé du bâtiment d'enseignement. On peut apprécier dans ce cas le fait que les élèves, passant par l'extérieur, sont amenés à changer d'ambiance. Dans les deux projets l'aula est bien reliée au réfectoire et peut constituer avec lui un tout indépendant. Dans le projet Brugger, certains locaux de l'administration sont un peu sacrifiés; dans le projet Paillard ils bénéficient de la plus belle situation; celle de l'appartement du concierge est trop en évidence.

Liaisons internes

Dans le projet Brugger le centre de tout le complexe est constitué par le grand hall ouvert sur la vue et relié directement et rapidement à tous les secteurs du complexe répartis sur 7 niveaux (4 niveaux supérieurs et 3 niveaux inférieurs). Il en résulte un renforcement de l' «esprit de maison». Dans le projet Paillard, c'est la cour d'entrée qui remplit cet office; les liaisons intérieures sont plus longues et le nombre des niveaux porté à dix (6 niveaux supérieurs et 4 niveaux inférieurs). Les transports internes de matériel sont plus concentrés et plus naturels dans le projet Brugger.

Entscheid:

Die beiden Projekte stehen unverkennbar auf gleich hoher Stufe. Indessen beantragt die Expertenkommission in ihrer Mehrheit, den Auftrag zur Weiterbearbeitung der Bauaufgabe Architekt *Claude Paillard,* Zürich, zu erteilen.

Nachwort

Wir danken der Baubehörde des Kantons Waadt (Office des Bâtiments du Département des Travaux Publics) für die uns gewährte Möglichkeit, an dieser Stelle auch vom «Rapport du collège d'experts» vom 27. November 1967 Kenntnis geben zu können.

Die darin enthaltenen generellen Feststellungen und Schlussfolgerungen zum Beurteilungsergebnis dürften in erster Linie die in der Ausscheidungsrunde beteiligten Konkurrenten interessieren, welche unseres Wissens bisher lediglich von den Einzelbeurteilungen ihrer eigenen Projekte Kenntnis hatten.

Mit der Bekanntgabe des Expertenberichtes möchten wir auch einem allgemeinen Informationsanspruch dienen, dem möglichst umfassend genügt werden soll, wenn Projekte für ein öffentliches Bauvorhaben durch eine behördlich bestellte Fachinstanz beurteilt wurden.

Die Redaktion

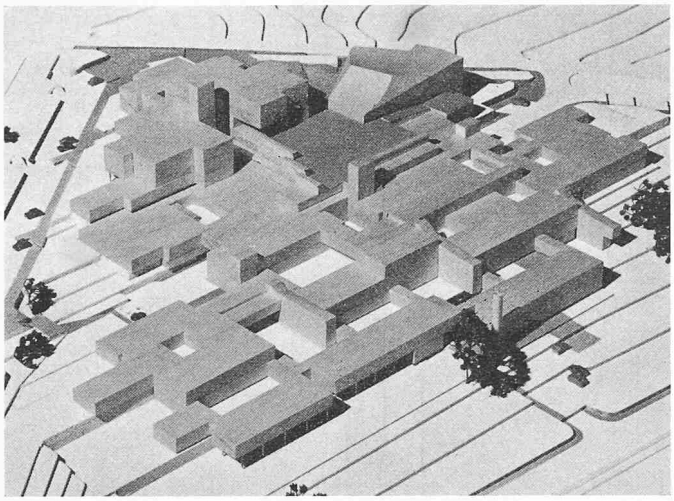


Bild 17. Modell von Nordosten

Projekt Nr. 5, Verfasser: **H. Collomb,** Architekt, Lausanne

Bild 18. Tronc commun 1:800 (Niveau 452,00 m / 450,80 m) mit Schnittlagen

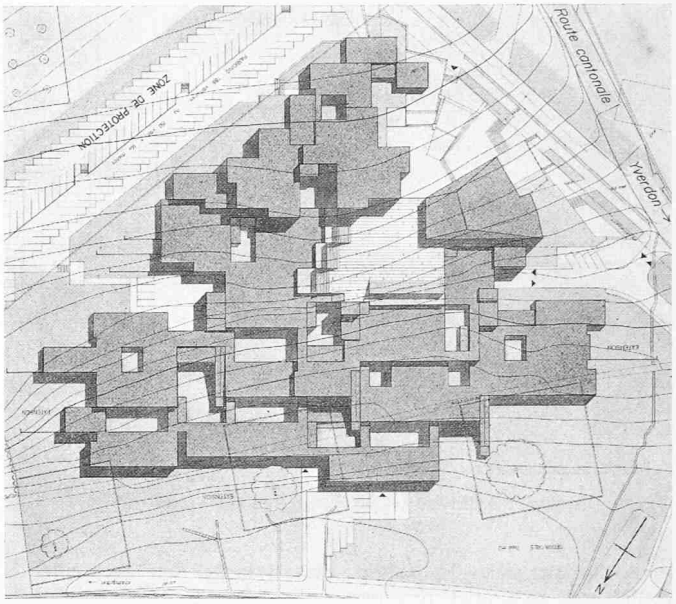


Bild 20. Lageplan 1:2500 (die Nordorientierung ist, zur besseren Vergleichbarkeit mit dem Modellbild, gegenüber den Grundrissplänen um rund 180 ° abgedreht)

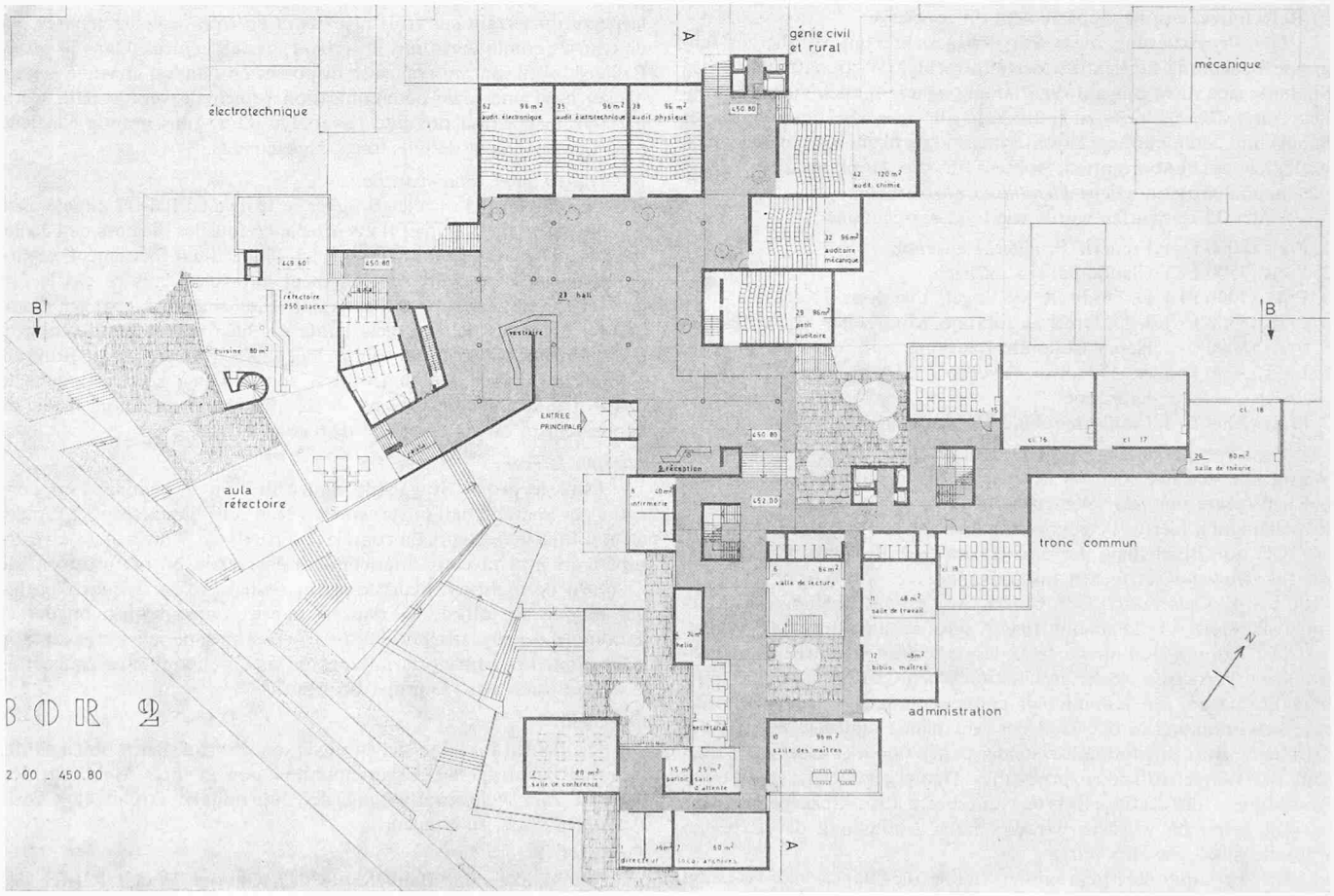
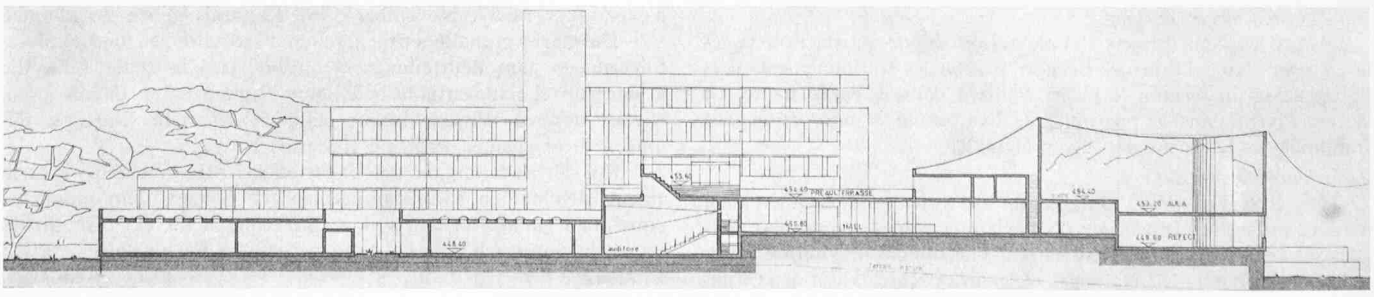


Bild 19. Schnitt B—B (vgl. Bild 18)



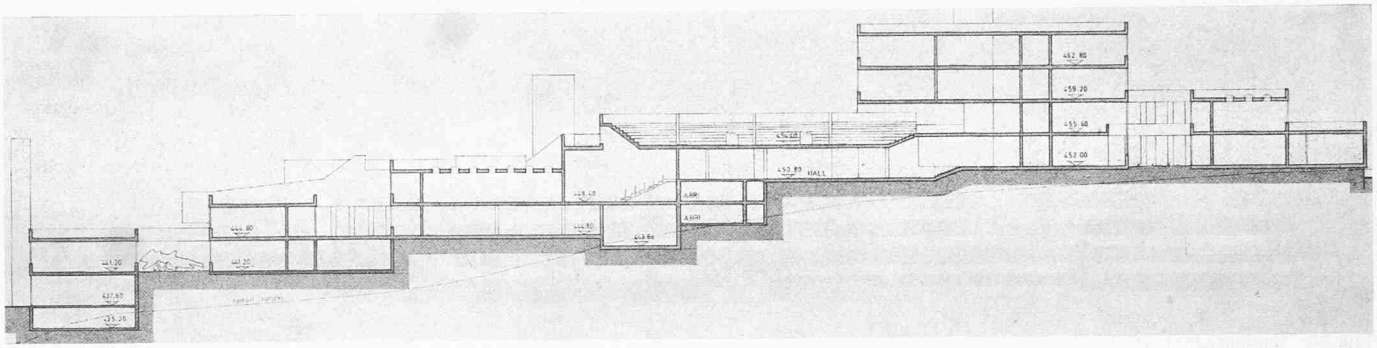


Bild 21. Schnitt A—A (vgl. Bild 18)

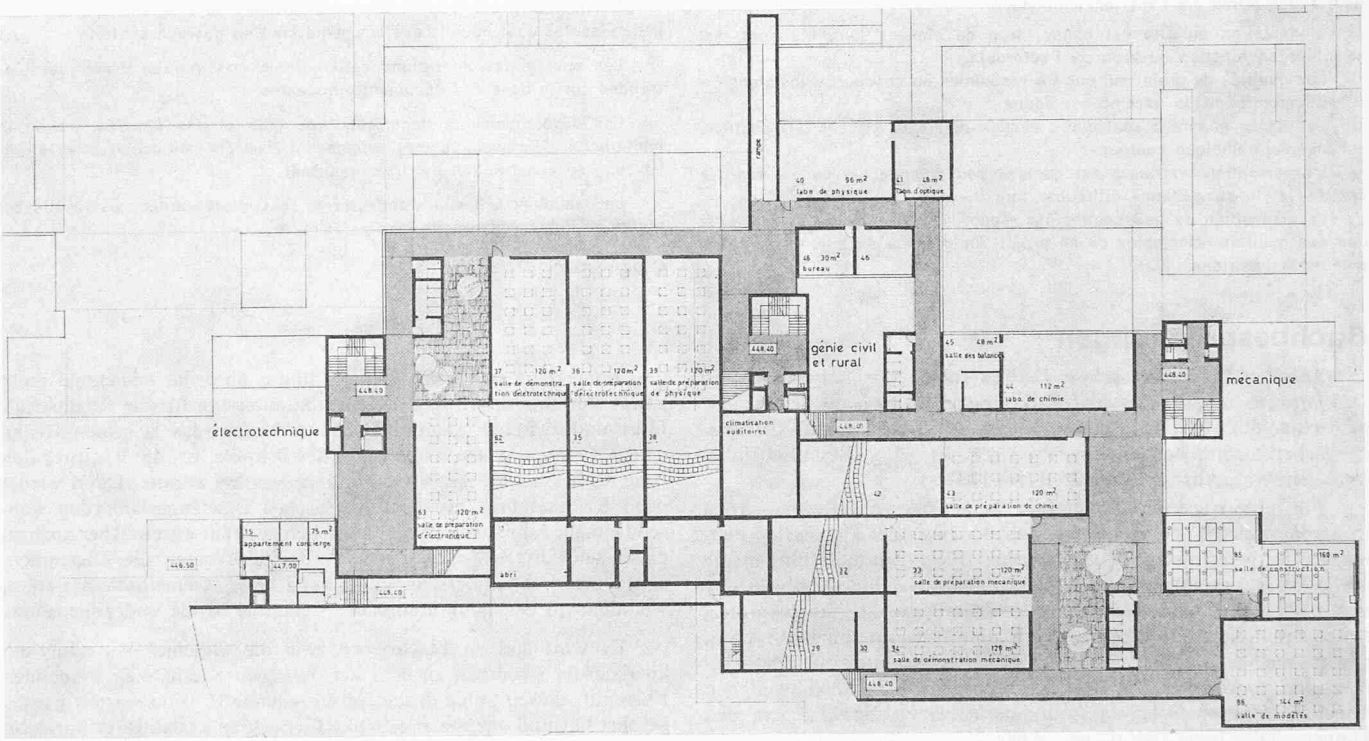
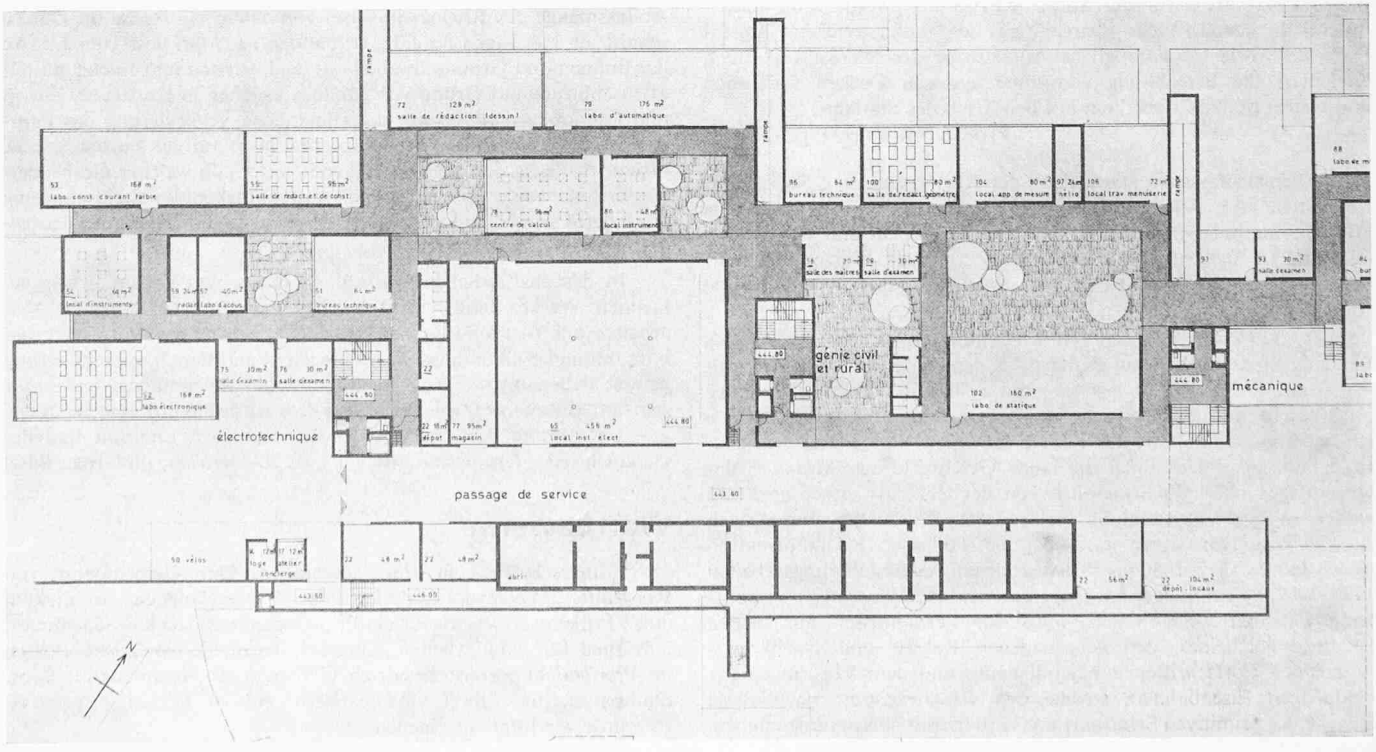


Bild 22. Auditoires, préparation 1:800 (Niveau 448,00 m)

Bild 23. Laboratoires — Ateliers 1:800 (Niveau 444,80 m / 443,60 m)



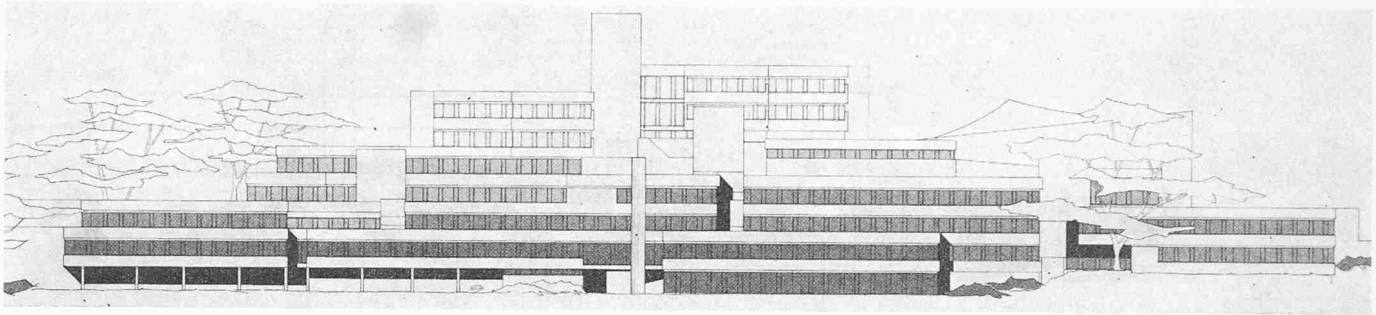


Bild 24. Nordansicht 1:1000

Wettbewerb Technikum Yverdon, Projekt Nr. 5

Beurteilung durch die Expertenkommission

L'adaptation au site est bonne; trop de classes toutefois sont mal orientées en fonction du bruit de l'autoroute.

Les qualités du projet qui ont été reconnues au concours subsistent.

L'implantation du parking est bonne.

Les accès généraux sont clairs et bien disposés, l'accès aux sections est ingénieux quoique coûteux.

L'organisation intérieure est quelque peu compliquée, ce qui rend le contrôle et la surveillance difficiles; trop d'accès sont doubles.

La disposition du hall central par rapport à celle des auditoires reste une des qualités principales de ce projet. La position du bureau du directeur est excentrique.

La flexibilité est trop limitée; les possibilités d'agrandissement sont satisfaisantes sauf pour la section génie civil en position centrale.

Les possibilités de rationalisation de la construction demeurent restreintes sur la base des documents présentés.

Les développements importants des toits et des façades, dus à la multiplicité d'éléments restreints, amènent à un coût de construction élevé. Le cube de construction est très important.

La qualité et la tenue architecturale sont intéressantes, mais pâtissent toutefois d'une trop grande dispersion.

Cube rectifié 107 534 m³

Buchbesprechungen

Tabellen für unterzugslose Decken/Tables flor flat slabs. Von *D. Pfaffinger* und *B. Thürlimann*. 331 Seiten, davon 40 Seiten Text deutsch/englisch mit 15 Figuren. Zürich 1967, Verlags-AG der akademischen technischen Vereine. Preis geb. Fr. 65.–. (Bestellschein im Verlagsinserat, Anzeigenseite 25 dieses Heftes).

Für unterzugslose Decken mit neun inneren Stützen werden im vorliegenden Tabellenwerk die auf der Basis der klassischen Plattentheorie berechneten Stützendrücke, Biege- und Drillmomente sowie die Hauptmomente unter gleichmässig verteilter Vollbelastung dem projektierenden Ingenieur zur Verfügung gestellt. Stützengrösse, Seitenverhältnisse, Randbedingungen und Stützenstellung wurden in einem Ausmass variiert, dass die wichtigsten Schnittkräfte für praktisch alle vorkommenden Fälle mit ausreichender Genauigkeit den Tabellen entnommen bzw. aufgrund der Angaben abgeschätzt werden können. Die Berücksichtigung schachbrettartiger Laststellung ist auf der Basis des Belastungs-Umordnungs-Verfahrens exakt oder näherungsweise möglich, wobei jedoch weitere Tabellen aus der Literatur zu konsultieren sind. Eine Ergänzung des Anhangs in diesem Sinn wäre erwünscht. Spezielle Erwähnung verdient die ausserordentlich übersichtliche Darstellung des umfangreichen Zahlenmaterials sowie die vorzügliche Ausstattung des Werks. Das Buch erleichtert die Berechnung von unterzugslosen Decken wesentlich und gehört deshalb unbedingt auf den Tisch des Statikers.

Prof. *J. Schneider*, ETH, Zürich

Zusammenfassende Darstellung der Rheinregulierung Strassburg/Kehl-Istein. Im Auftrag der Baukommission des Unternehmens «Regulierung des Rheins zwischen Strassburg/Kehl und Istein» verfasst von *G. Schneider*. 521 S. Das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft, 3011 Bern, Bollwerk 27, stellt das Werk auf Verlangen leihweise zur Verfügung.

Dr. Schneider hat sich seit 1930 ununterbrochen, anfangs als Bauleiter einer Bauabteilung und nach dem Krieg als oberster Bauleiter und Präsident der Wasser- und Schiffahrtsdirektion Freiburg im Breisgau, mit der Rheinregulierung befasst und hat sie mit seinem ganzen Einsatz im Jahre 1962 zur glücklichen Vollendung gebracht. Er erzählt in seinem Buch die lange Geschichte des Ausbaues des Oberrheines oberhalb Strassburg von der Zeit, als dieser noch ein wilder, in vielen sich ständig verlagernden Windungen und Armen zu Tal fliessender Strom war, über die Tullasche Rheinkorrektion in den Jahren 1817–1880 bis zur Ausführung der Regulierungsarbeiten 1930–1962. Dabei stellt er die ganze Entwicklung immer in Zusammenhang mit den wechselnden politischen Verhältnissen auf beiden Seiten des Rheines, den verschiedenen Kriegs- und Nachkriegszeiten, den Fortschritten des Schiffsbaues und dem Vordringen der beidufrigen Eisenbahnen, welche den Gütertransport nach Basel anstelle der primitiven Schiffahrt um 1850 herum übernommen haben.

Interessant sind auch die Abschnitte über die manchmal recht zähen Verhandlungen in der Zentralkommission für die Rheinschiffahrt und zwischen Deutschland, Frankreich (das ja seinen Grand Canal d'Alsace bauen wollte) und der Schweiz, bis die Rheinregulierung schliesslich in Angriff genommen werden konnte. Dann wieder nach Kriegsschluss, als die französischen Besetzungsbehörden während einiger Jahre anstelle der deutschen getreten waren. Aber auch zu dieser schwierigen Zeit war, wie vorher und später, die Zusammenarbeit der drei Länder zur Vollendung dieses Gemeinschaftswerkes, vor allem in der Baukommission, stets eine loyale und angenehme.

Es wird sodann beschrieben, wie die Geschiebebewegung im korrigierten Strombett zu dem sich zwischen Kiesbänken windenden Flusslauf, dessen Sohle durch fortschreitende Erosion vertieft wurde, geführt hat und wie die Kiesbänke fortwährend talabwärts wandern. Daran schliesst sich an die eingehende Beschreibung der eigentlichen Bauausführung, beruhend auf dem Projekt 1923/24 der badischen Wasserbaubehörden, mit der Erstellung einer Niederwasser- und einer Schiffahrtsrinne von 75 m Breite und 2 m Tiefe bei einer Abflussmenge des Rheines in Basel von 540 m³/s, welche im Durchschnitt an 318 Tagen im Jahr vorhanden ist. Man liest vom Einbau der Buhnen und Grundschwellen aus Senkwürsten und zuletzt mittels Steinschüttung auf Grund von Modellversuchen in Karlsruhe, Zürich und Grenoble, und verfolgt die allmähliche Verbesserung des Fahrwassers und damit der Schiffahrtsverhältnisse auf der ganzen Strecke bis zur Schleuse des Kembser Kanals, unterhalb welcher die Niederwasserrinne sogar ein Stück weit durch lückenlose Steinschüttung «tapeziert» wurde, um die weitere Erosion unterhalb des Schleusendrempels zu unterbinden.

In der ausführlichen Darstellung dieses von vollem Erfolg gekrönten Werkes fehlen auch die Namen sämtlicher leitender Mitarbeiter am Bau und in den Behörden, sowie der Mitglieder der internationalen Kommissionen, die sich mit der Rheinregulierung befasst haben, nicht. Das mit Bildern und Zeichnungen leider nur sparsam versehene Buch Dr. Schneiders ist zweifellos eine wertvolle und interessante Bereicherung der flussbaulichen Literatur und der Geschichte der Rheinschiffahrt. *W. A. Miescher*, dipl. Ing., Basel

Wettbewerbe

Primarschulhaus in Rüegsauschachen. Der Gemeinderat von Rüegsauschachen veranstaltete unter 5 eingeladenen Architekten einen Projektwettbewerb für ein Primarschulhaus (10 Klassenzimmer, 3 Räume für Handarbeiten, Singsaal, Turnhalle usw.). Architekten im Preisgericht waren: Friedrich Gerber, kant. Hochbauamt, Bern, Stadtbaumeister Albert Gnaegi, Bern, Adrian Keckeis, Burgdorf. Es wurde wie folgt entschieden:

BULLETIN DU CIMENT

DÉCEMBRE 1981 49e ANNÉE NUMÉRO 24

Exemple d'art intégré à Yverdon

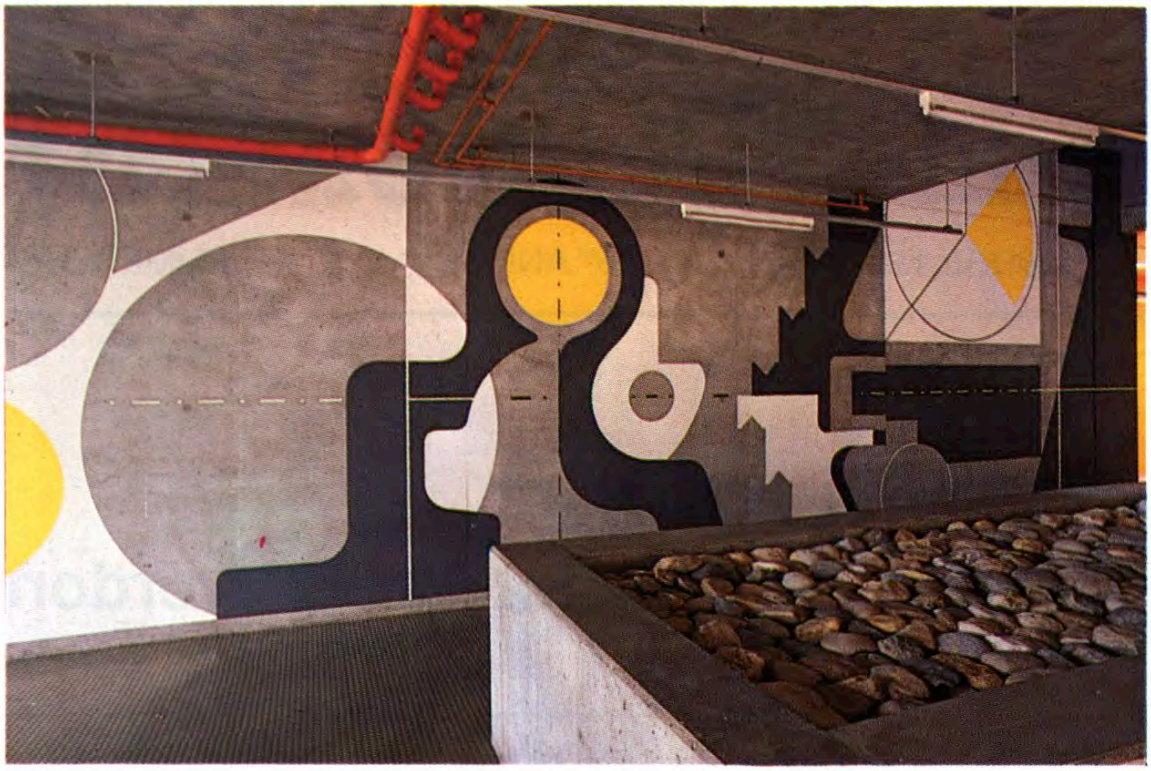
Ecole Technique Supérieure de l'Etat de Vaud, Yverdon

Lauréat du «Prix Architecture Béton 81»

Architecture:	**Claude Paillard, Zurich**
Décoration artistique:	**Maurice Ruche, Penthaz**
Photos:	**Jean-Claude Iseli, Yverdon**



2



Parler d'intégration des arts dans l'architecture, c'est interroger les façons de peupler l'espace construit en particulier par l'image et le relief. Il n'y aurait dans ce domaine pas de doctrine faisant l'unanimité, mais simplement l'appréciation d'exemples jugés proches ou éloignés de la réussite, selon les cas. L'Ecole Technique Supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV) à Yverdon vient à point s'inscrire dans cette gamme de cas particuliers.

L'architecture de *Claude Paillard* impose sa qualité à l'évidence pour les principaux motifs suivants: intégration de l'école dans le site – articulation des volumes bâtis – clarté dans l'entrecroisement des parcours – diversité des climats intérieurs suscités par le découpage spatial – sobriété constructive.

La difficulté du programme n'a pas eu pour effet de réduire l'enveloppe du bâtiment à la banalité traditionnelle du gros bloc scolaire. A Yverdon, c'est au contraire l'affirmation d'une véritable géographie construite qui se produit. Aisément déchiffrable de l'extérieur, chacune de ses régions possède son régime propre de fonctionnement.

Dans un tel ensemble, l'œuvre d'artiste ne peut pas être mesure de raccrochage ou surajouture. L'animation plastique ne repose pas sur le détournement de l'attention visuelle vers de nouveaux points d'intérêt, étrangers à l'architecture. L'effet insolite et la recherche d'ambiguïté ne suffisent pas davantage à légitimer l'apport artistique.

3



La véritable invention à Yverdon, davantage peut-être que le choix des motifs de l'imagerie, c'est la maîtrise du mur par détermination exacte des impacts de couleur sur le béton. Le travail de *Maurice Ruche* confère ainsi aux espaces intérieurs une échelle nouvelle et une continuité renforcée. Tour à tour instrument d'accentuation et d'atténuation, le dessin du mur pondère, équilibre, enrichit les volumes. Pas de surabondance formelle, mais le souci de rester en deçà plutôt que d'aller au-delà des possibilités décoratives. Cette économie dans les choix est menée avec rigueur et conséquence. Elle assure l'accord profond entre le cadre et l'œuvre. Chez Maurice Ruche, elle relève également de la connaissance tactile des espaces construits à partir d'une expérience quasi artisanale de l'architecture.

Gilles Barbey
architecte et chargé de recherches

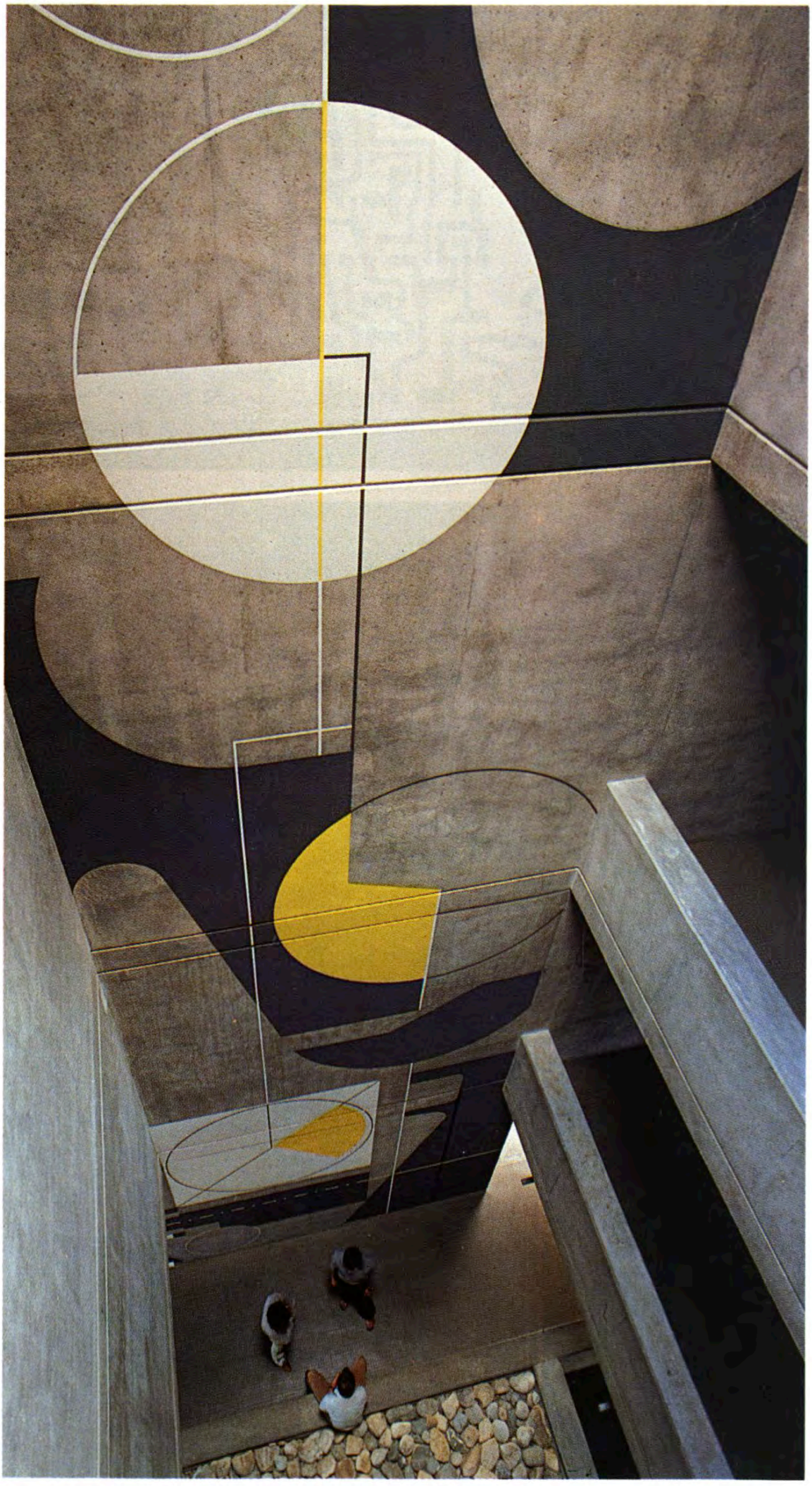
TFB

Pour tous autres renseignements s'adresser au
SERVICE DE RECHERCHES ET CONSEILS TECHNIQUES
DE L'INDUSTRIE SUISSE DU CIMENT WILDEGG/SUISSE
5103 Wildegg Case postale Téléphone 064 53 17 71

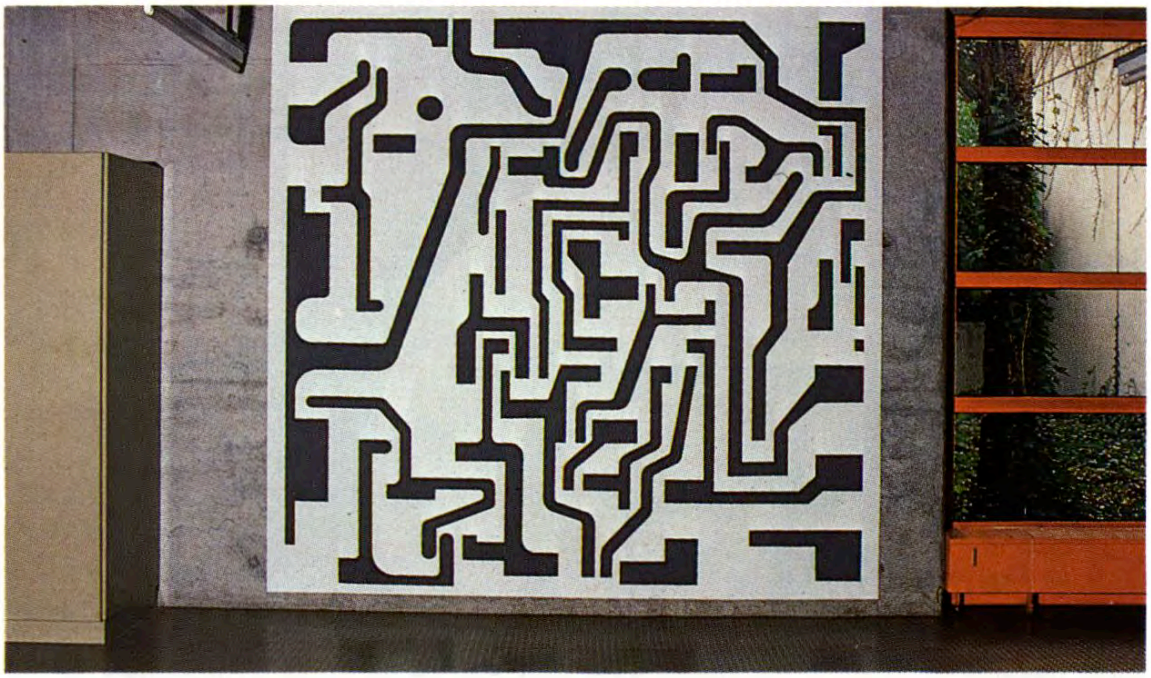

niveau D
génie civil et rural

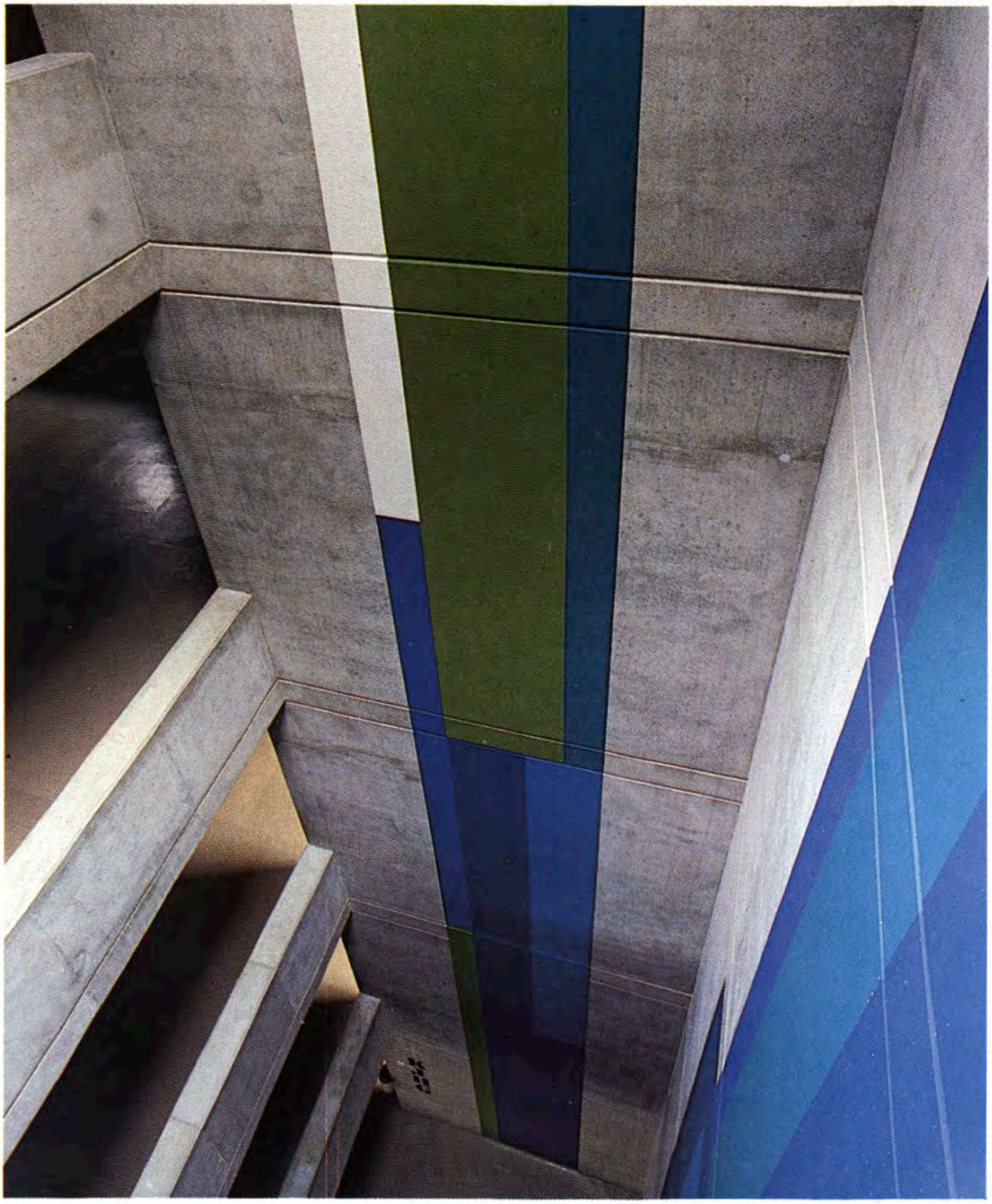

K
J
H
G

5

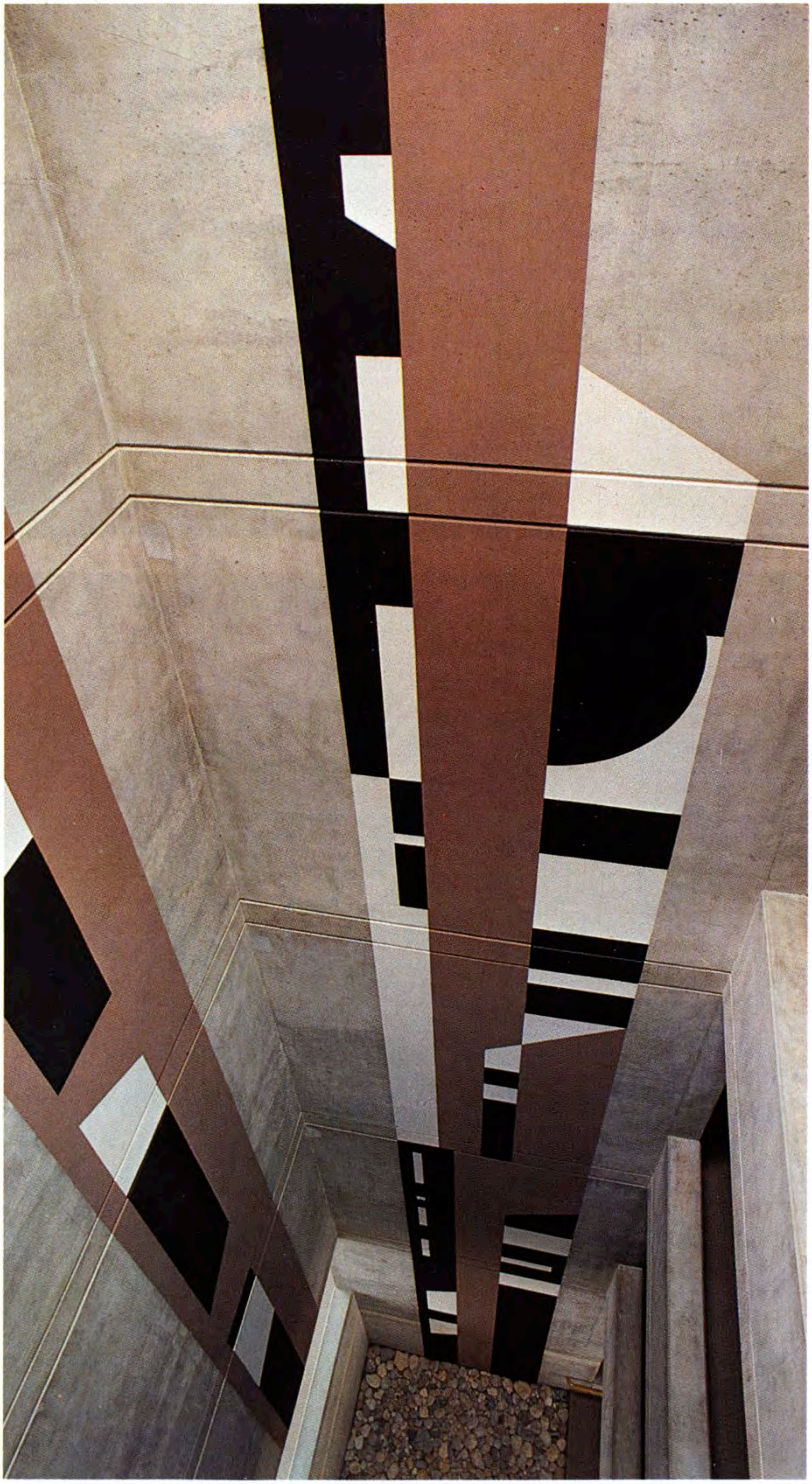


6

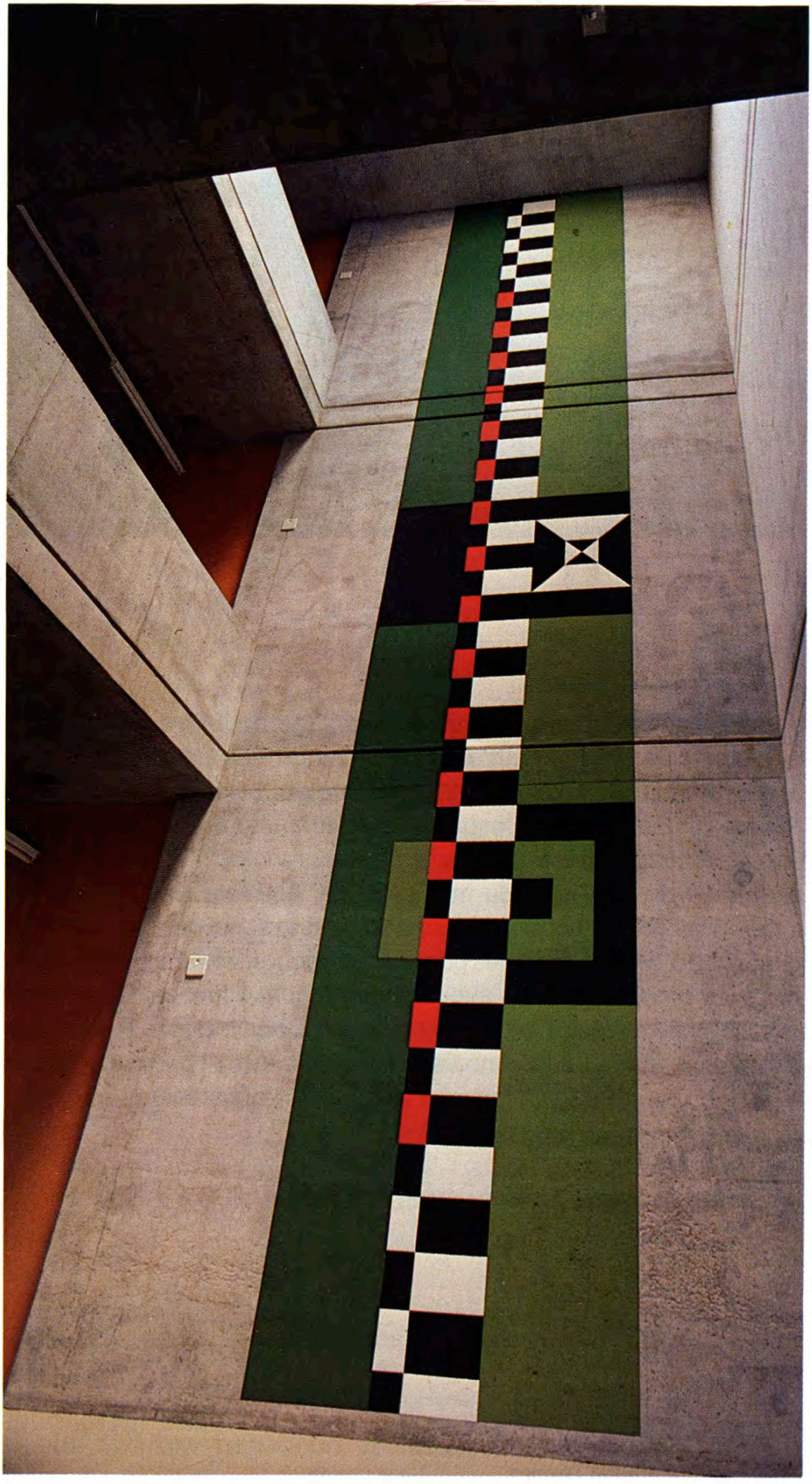




7



8



Notule sur un ensemble monumental

à propos de Maurice Ruche, Penthaz

Les peintures murales de Maurice Ruche à l'Ecole d'ingénieurs d'Yverdon, œuvre de l'architecte Claude Paillard, jouent de quatre registres différents:

a) le balisage du parcours architectural et de la lumière induite par le système de construction;
b) la mise en évidence de l'expression «néo-brutaliste» des plafonds et serrureries;
c) l'évocation allégorique de certaines disciplines enseignées par l'institution scolaire yverdonoise;
d) l'autonomie d'une gamme chromatique «allumée» par les maçonneries et dispensatrice d'une «ambiance»[1].

D'une certaine façon, le peintre résume ici l'expérience d'une vie.
Inutile d'en appeler au serpent de mer de l'«intégration des arts». Si le peintre avait voulu faire acte d'intégration, il aurait probablement illustré la nature ligneuse et minérale du béton armé, ajouté ci et là des mousses, des champignons, des lichens, des algues et toute une «triperie» microscopique. Il n'était pas question de travailler en mimétisme ou par camouflage, mais bien de peindre des appositions et des oppositions. Habilement, Ruche s'accroche à une architecture qu'il réinterprète.
On a critiqué l'éclectisme d'un ensemble où comparaissent simultanément abstraction géométrique et figuration allégorique. Mais c'est l'ampleur du programme qui suggère au peintre de varier les registres et de composer un spectacle par «numéros» contrastés. Finalement, Claude Paillard et Maurice Ruche se sont rencontrés sur le terrain de la «promenade architecturale».

[1] Sur place, un enseignant dit que ces peintures dessinent une «ambiance relaxe». Ce témoignage accuse la valeur «classique» d'une œuvre «de récréation».

Adresse de l'artiste:
Maurice Ruche
La Roujarde
1349 Penthaz
Textes liminaires de Jacques Gubler



L'Ecole d'ingénieurs d'Yverdon.



Déambulatoire de la mezzanine. Enseigne à l'Hôtel de la Mécanique. Ajustage et dynamique de la courbe et de l'angle. Evocation du collimateur.



Palier du deuxième niveau. La composition appelle un temps de repos, voire de contemplation. L'harmonie plastique suggère même la présence d'une huile sur toile.



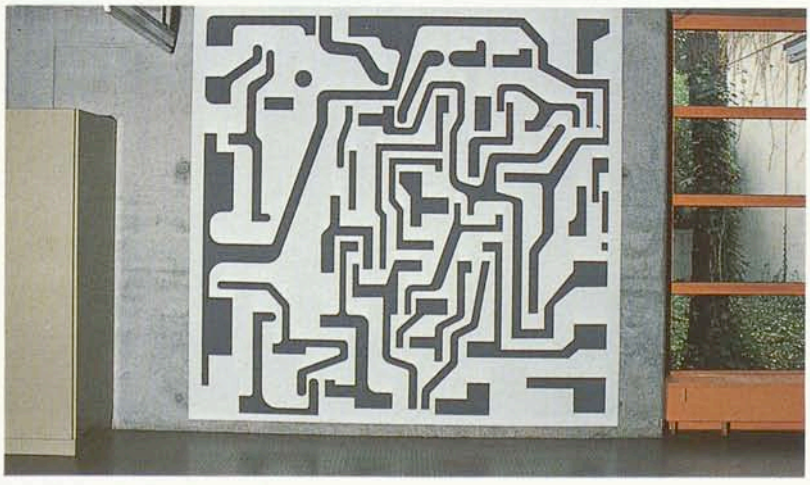
Rampe montant vers le hall. Panneau oblique en camaïeu bleu-vert. Métaphore de la main courante.



Puits de lumière sur trois niveaux. Jeu de l'échelle mobile. Accrochage en superposition de motifs perceptibles isolément. A voir des galeries.

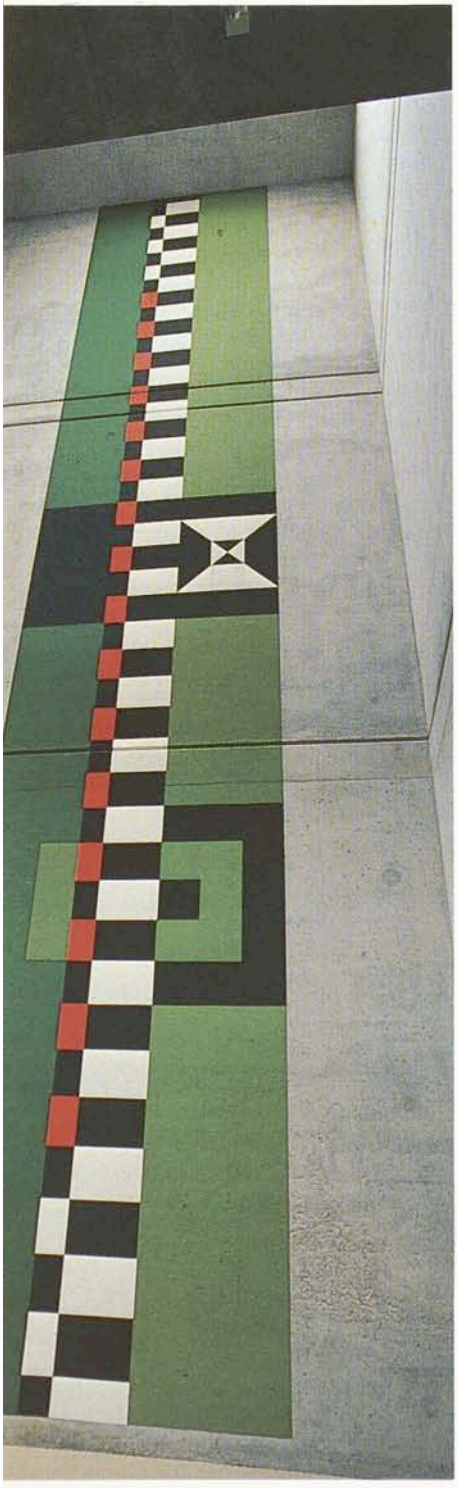


Puits de lumière relié au déambulatoire de la mezzanine. Développement d'un mouvement ascensionnel. Ajustement aux strates horizontales de la maçonnerie.



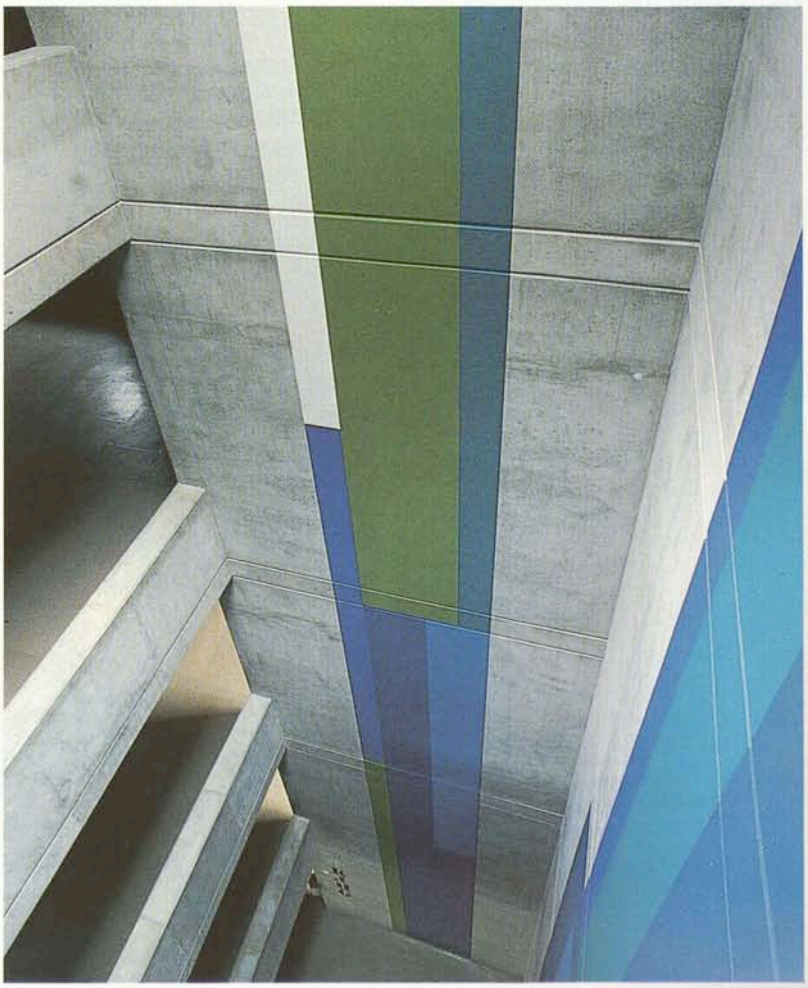
Hall du niveau inférieur réservé à l'électronique. Enseigne à l'Ecu du circuit imprimé.







Montée du hall vers la mezzanine. Expression «néo-brutaliste» des gaines, tuyaux et tubes. La peinture balise les parcours. Les tons bleus construisent le ciel où filent les conduits.



Puits de lumière sur quatre niveaux. Déploiement du drapeau: les couleurs sont celles du camaïeu bleu-vert qui balise les parcours.

AR 3687

Tiré à part du «BULLETIN TECHNIQUE DE LA SUISSE ROMANDE», N° 14 du 8 juillet 1976

L'ÉCOLE TECHNIQUE SUPÉRIEURE DE L'ÉTAT DE VAUD

En inaugurant le 20 mai dernier ses nouveaux locaux à Yverdon, l'Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV) est entrée dans une nouvelle phase de son développement. Plus heureuse que l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne, à qui il aura fallu plus de cent ans pour trouver les locaux appropriés à son activité, l'ETSEV n'aura mis que vingt ans pour atteindre ce but !

Le déplacement de l'ETSEV de Lausanne à Yverdon fera certainement plus que de donner à cet établissement des surfaces et des volumes généreux ainsi qu'un cadre fort agréable à un enseignement de haute qualité. Il souligne l'importance pour le canton de Vaud d'un développement harmonieux de ses différentes régions. Aujourd'hui, le Nord vaudois connaît des soucis quant à l'essor de son industrie. En accueillant à Yverdon un établissement tourné dès sa création vers les techniques de l'avenir et aujourd'hui étoffé par les branches les plus importantes de l'activité industrielle de notre pays, cette région reçoit un gage pour son avenir. Nous sommes en effet persuadés que les chances de succès de notre industrie résident pour une part importante dans une formation professionnelle de haute qualité à tous les niveaux. Certes, le cadre n'est pas garant de qualité de l'enseignement. Dans le cas de l'ETSEV, on est heureux de constater que c'est parce qu'elle a su rapidement faire la preuve de sa valeur qu'elle peut dès aujourd'hui poursuivre son activité féconde dans des locaux appropriés.

En présentant aux lecteurs du Bulletin technique de la Suisse romande *la nouvelle ETSEV, nous formulons à ses responsables nos meilleurs vœux pour un avenir fructueux, avec une pensée particulière pour les employeurs et les employés de toute l'industrie du Nord vaudois.*

Rédaction



Fig. 1. — L'Ecole technique supérieure vue de l'ouest.

727.4

1

Ah

468875

L'Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud après vingt ans

par GEORGES THALMANN, Yverdon

BIBLIOTHÈQUE EPF LAUSANNE

Origines

Le 16 mai 1956, le Grand Conseil vaudois décidait la création d'un technicum cantonal. Le développement accéléré de la science et de l'économie depuis la fin de la deuxième guerre mondiale avait provoqué chez nous (comme dans toute l'Europe occidentale) un besoin croissant de cadres techniques supérieurs, non seulement dans les secteurs traditionnels de l'industrie, mais aussi — et surtout — dans des domaines nouveaux issus du progrès scientifique et technique, et dont le plus important était l'électronique. Or l'électronique n'était alors enseignée, en tant que spécialité, dans aucun des technicums suisses existants. C'est pourquoi les autorités vaudoises — en l'occurrence le Département de l'agriculture, de l'industrie et du commerce, responsable de la formation professionnelle — décidèrent d'ouvrir d'abord une section dans cette branche, limitant momentanément à la formation d'ingénieurs-techniciens électroniciens l'activité du nouveau Technicum cantonal vaudois.

C'est dans les locaux de l'Ecole des métiers de la Ville de Lausanne que furent donnés les premiers cours; en effet, cet établissement possédait un doyen et les maîtres aptes à assurer avec fruit l'enseignement de l'électronique. La première classe comptait 11 élèves, tous porteurs d'un certificat fédéral de capacité. Trois ans plus tard, en 1959, neuf candidats obtenaient leur diplôme. De nombreux experts, dont des professeurs de plusieurs hautes écoles, confirmaient alors que le niveau des cadres formés à Lausanne équivalait à celui des diplômés des meilleurs technicums suisses.

Depuis lors, le Technicum cantonal vaudois — devenu Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud (ETSEV) — a pris un essor fort réjouissant. En 1962, de nouvelles classes d'électronique étaient ouvertes. L'ETSEV quittait l'Ecole des métiers pour s'installer — mais provisoirement encore — au chemin de la Tour-Grise. L'année suivante, le Grand Conseil, convaincu de l'importance et de l'utilité, pour le canton de Vaud, de l'institution dont il avait, en 1956, jeté les bases fort modestes, votait un crédit pour l'étude de son développement ultérieur. Il fut décidé, dans le cadre de la décentralisation scolaire, que le Technicum serait implanté à Yverdon, au cœur de ce « Nord vaudois » alors en pleine expansion industrielle.

Un concours fut ouvert en 1965, auquel participèrent 38 architectes. Cinq projets furent primés, parmi lesquels fut finalement retenu celui de M. Claude Paillard. Le 12 octobre 1972, la première pierre du futur bâtiment de l'ETSEV était posée, sur le terrain de Champittet, à l'est d'Yverdon.

A cette époque, le Technicum cantonal, dont le nombre de classes avait fortement augmenté, logeait à Lausanne dans neuf bâtiments différents répartis entre Tivoli, Sébeillon et la colline du Languedoc. L'éventail de son enseignement s'était considérablement élargi: des sections de mensuration et de génie rural, d'électrotechnique, de mécanique avaient été créées, auxquelles n'allaient pas tarder à s'ajouter la section de micromécanique, puis celle de génie civil.

Le déménagement de l'ETSEV de Lausanne à Yverdon a été effectué durant l'été et l'automne 1975; à la rentrée de novembre, les cours commençaient dans le nouveau bâtiment. Celui-ci a été inauguré officiellement le 20 mai dernier.

But

L'Ecole technique supérieure de l'Etat de Vaud a pour but de former des ingénieurs-techniciens et des géomètres-techniciens possédant les connaissances théoriques et pratiques nécessaires pour exercer, selon les règles de l'art, les professions techniques de niveau supérieur. Aussi prépare-t-elle, pour les industries, les administrations et les bureaux techniques, les cadres hautement qualifiés dont ils ont de plus en plus besoin, et qui, de par leur formation, sont à même, d'une part de comprendre et de résoudre les problèmes que leur confient les chefs d'entreprises et les chercheurs, d'autre part de connaître les exigences imposées par le travail aux machines et aux appareils.

Organisation

L'ETSEV s'intègre dans le modèle d'organisation de l'enseignement recommandé par le Conseil de l'Europe. Ce modèle comprend trois niveaux:

- l'enseignement de base ou primaire,
- la formation générale et technique (collèges secondaires, écoles de métiers ou professionnelles, gymnases, écoles techniques),
- l'enseignement supérieur court (écoles techniques supérieures), ou long (écoles polytechniques fédérales, universités).

Dans ses nouveaux bâtiments d'Yverdon, l'école peut accueillir 504 étudiants.

L'enseignement est donné actuellement par 44 professeurs et maîtres titulaires et par 23 chargés de cours.

Le cycle normal des études est de six semestres de 20 semaines de cours. Un enseignement de base polyvalent, mais non dispersé, est donné pendant les quatre premiers semestres d'études. Les cours spécialisés — sans excès — sont donnés en dernière année.

Conditions d'admission

Pour être admis à l'ETSEV, les candidats doivent être en possession d'un certificat de capacité professionnelle en relation avec la section choisie et réussir le concours d'entrée portant sur les mathématiques, le français et le dessin technique.

Les candidats porteurs du baccalauréat technique délivré par le Département cantonal de l'agriculture, de l'industrie et du commerce sont immatriculés de droit.

Les titulaires d'un autre baccalauréat ou d'une maturité fédérale sont admis sans examen, s'ils ont accompli un stage pratique d'un an dans une entreprise ou un bureau technique dont la spécialité correspond à la section choisie.

Promotion et diplôme

A la fin du quatrième semestre ont lieu les examens propédeutiques, dont les exigences correspondent aux matières traitées pendant les deux premières années d'études. Cet examen intermédiaire fait partie intégrante de l'examen final.

Le diplôme est décerné aux candidats ayant suivi le cycle normal des études, subi avec succès l'examen final et

exécuté un travail spécialisé admis par le jury d'examen. Le diplôme est une pièce officielle délivrée par le Département de l'agriculture, de l'industrie et du commerce et reconnue par la Confédération. Il confère à son titulaire l'autorisation de se nommer ingénieur-technicien ETS — respectivement géomètre-technicien ETS — et de porter officiellement ce titre.

Du laboratoire et des manipulations

Le futur diplômé ETS doit non seulement posséder des bases théoriques étendues, mais aussi de solides connaissances pratiques, directement utilisables à la fin de ses études.

La construction, l'organisation, la coordination et le contrôle de la production de machines et d'appareils sont plus efficaces s'ils sont assurés par un ingénieur-technicien qui connaît les procédés de fabrication et les tours de main appris au cours de sa formation pratique. La nécessité de comprendre et d'inventer tout un art de l'exécution constituent pour l'ingénieur-technicien une partie essentielle de ses connaissances professionnelles.

Les manipulations d'appareils le familiariseront le plus rapidement avec les travaux de mesures et d'essais, particulièrement importants dans les techniques en perpétuelle évolution.

Dans les laboratoires, les mesures sont exécutées sur des prototypes constamment modifiés et améliorés par l'expérimentateur, qui doit parfois savoir usiner, câbler, ou mettre au point lui-même des éléments de machines ou d'appareils. Aussi, les maîtres s'efforcent-ils d'augmenter le nombre de manipulations afin d'étendre les connaissances des étudiants au-delà des notions purement professionnelles.

Les laboratoires de mécanique, des matériaux, de machines-outils et de métrologie jouent un rôle important dans la formation de l'ingénieur-technicien en mécanique. En plus des mesures de base, on y fait notamment des travaux pratiques de photoélasticité, des essais de matériaux, des analyses thermiques, des contrôles non destructifs. On y étudie des procédés d'usinage, des mécanismes, des systèmes de commande, des méthodes de mesure, des capteurs, des procédés d'enregistrement et la technologie d'instruments de mesure.



Fig. 3. — Laboratoire d'électronique de l'ETSEV.

Les laboratoires d'électrotechnique comportent une série d'installations et de machines électriques fixes, un grand nombre d'appareils mobiles (groupe continu/continu, continu/alternatif avec machines asynchrones et synchrones, balances dynamométriques, régulateurs d'induction, moteurs spéciaux, transformateurs monophasés, triphasés, hexaphasés et de phases). Ils sont utilisés aussi bien par les étudiants ingénieurs-techniciens en électrotechnique qu'en électronique (fig. 2).

Un simple regard en arrière révèle la place considérable prise par l'électronique dans le monde scientifique et économique moderne. Les ramifications de cette nouvelle science pénètrent irréversiblement dans de nombreuses branches de l'activité humaine. Aussi les travaux au laboratoire d'électronique doivent-ils être variés et approfondis. Une fois qu'il a effectué les manipulations d'électronique générale, l'étudiant peut aborder des essais et des mesures dans des domaines plus particuliers, tels que l'informatique, les systèmes logiques et asservis, les télécommunications, les hyperfréquences et l'instrumentation électronique (fig. 3).



Fig. 2. — Laboratoire de machines électriques.

En classe et sur le terrain, les étudiants de la division de génie civil et rural apprennent à connaître et à manipuler les machines et instruments de précision les plus divers. C'est en s'en servant eux-mêmes qu'ils réalisent le mieux tout le parti qu'ils peuvent en tirer. En génie civil, les essais de laboratoire, se rapportant aux matériaux de construction, aux liquides, à la géotechnique, à l'étude des structures, ont pour but de faire connaître à l'ingénieur-technicien l'existence et l'utilisation des appareils les plus modernes.

En génie rural, mesures d'angles, mesures de longueurs, mesures d'altitudes, tout est étudié pour adapter les précisions dont les appareils sont capables aux exigences de la pratique. Les travaux de bureau sont exécutés à l'aide d'instruments maintenant la précision obtenue lors des travaux sur le terrain.

Conclusion

Au terme de longues années de provisoire durant lesquelles la question des locaux n'a cessé de préoccuper les responsables, l'ETSEV est enfin installée dans des bâtiments construits spécialement en fonction de ses besoins et de ses buts. Dans l'un des plus beaux sites du pays de Vaud, ces nouveaux bâtiments sont un instrument de travail remarquable qui permettra à notre école de remplir toujours mieux la tâche qui lui a été confiée.

Adresse de l'auteur :

Professeur Georges Thalmann,
directeur de l'ETSEV,
1400 Yverdon

Conception architecturale de l'ETSEV

par CLAUDE PAILLARD, PETER LEEMANN et ROBERT BASS, Zurich

Implantation

Les constructions de l'Ecole technique supérieure sont situées sur un terrain en pente à la sortie d'Yverdon en direction de Payerne, à proximité des bords boisés du lac de Neuchâtel. Elles jouissent d'une belle vue sur le lac et sur les côtes du Jura. Ce site de toute beauté se prêtait parfaitement à la réalisation d'un centre scolaire. Toutefois, le tracé de la future autoroute Lausanne-Berne se trouvant à environ 50 mètres au sud-ouest des bâtiments, il n'aurait certainement pas été judicieux d'orienter de ce côté les locaux d'enseignement, tous sensibles au bruit. L'orientation choisie vers le nord-ouest donne moins d'ensoleillement, mais plus de tranquillité et une belle vue (fig. 4).[1]

Les trois éléments du programme se reflètent dans la structure, le tout formant un ensemble compacte: Les divisions — ou laboratoires spécialisés —, le bâtiment principal — nommé « tronc commun » — et le groupe formé par l'aula et le restaurant.

Les divisions occupent la partie inférieure, soit les quatre premiers niveaux des constructions. Suivant la pente et les courbes du terrain, elles s'échelonnent en terrasses, chaque niveau inférieur formant plate-forme devant l'étage suivant. Leur liaison verticale est une voie centrale agrémentée de halls et de cours vertes à chaque niveau. Cette liaison se répète sur toiture à l'extérieur, où les terrasses accessibles devant chaque division, reliées entre elles par des escaliers, forment une zone de délassement et un accès menant du bas du terrain au centre du groupe de bâtiments.

Le préau central se trouve au cinquième niveau (fig. 5).[1] Il est entouré d'une part par le « tronc commun » et d'autre part par l'aula et le restaurant. Tous les accès aboutissent sur cette place et de là aux différents corps de bâtiments: l'accès de la route cantonale à l'ouest devant l'aula, l'accès du parking placé entre les bâtiments et l'autoroute et l'accès de la nouvelle halte des CFF par les terrasses des niveaux inférieurs.

Le tronc commun comporte six étages à partir du préau central. Sa forme est dictée par le souci de préserver les locaux d'enseignement du bruit de l'autoroute, tout en leur donnant l'éclairage naturel nécessaire. Le décalage des quatre niveaux supérieurs permet d'ensoleiller les salles de théorie.

Au sud-ouest du préau se trouvent l'aula et le restaurant de l'école. Le logement du concierge les relie au tronc commun. L'aula, par sa forme en quart de cercle, se distingue nettement des corps de bâtiments purement scolaires (fig. 6).[1]

Organisation

Le groupe scolaire se répartit sur dix niveaux (fig. 7).[1] Le hall d'entrée du tronc commun, à mi-hauteur, en est le centre. De là partent les escaliers et ascenseurs qui conduisent aux laboratoires des niveaux inférieurs et aux locaux d'enseignement des niveaux supérieurs. Ce hall contient les vestiaires centralisés pour les 500 étudiants et 100 maîtres, groupés par 24 armoires (= une classe) sous forme de cylindres. Au même niveau se trouvent la bibliothèque et les salles des maîtres. En galerie sont placés les locaux de l'administration et de la direction, les salles de conférence et de lecture, un auditoire général de 110 places et les salles de dessin technique.

Les étages supérieurs réunissent les 19 salles de théorie et de démonstration, ainsi que les auditoires, laboratoires et locaux annexes de mécanique, d'électrotechnique, de physique et de chimie, groupés par niveau. Chaque auditoire contient 60 places.

Le sous-sol du bâtiment principal est occupé par les centrales techniques.

Les divisions comprennent les locaux d'enseignement et les laboratoires spécialisés des semestres supérieurs. En partant du bas, se suivent d'étage en étage la division d'électronique et d'électrotechnique, la division de mécanique et de micromécanique et celles de génie civil et de génie rural.

Chaque niveau des divisions se compose des laboratoires en façade d'environ 11,50 m de profondeur, avec jour supplémentaire par coupoles, d'un couloir intermédiaire et des locaux arrière sans lumière naturelle directe, de même profondeur (sous les laboratoires du niveau suivant). Les séparations entre les locaux sont réalisées en général par des cloisons métalliques pleines ou vitrées. Ces éléments amovibles assurent une certaine flexibilité aux laboratoires,

[1] Voir planches en hors-texte au centre de ce numéro.

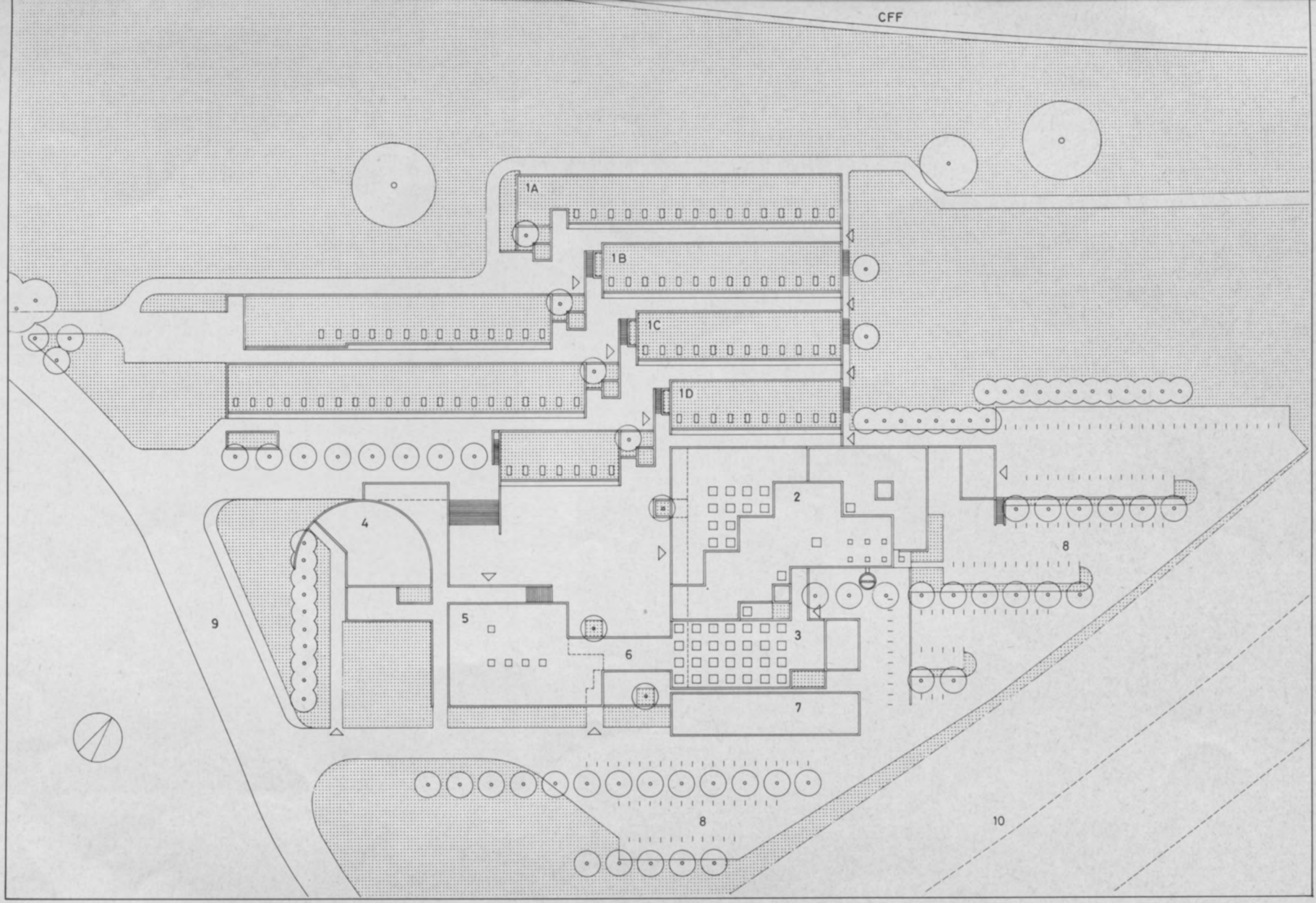


Fig. 4. — Situation (1:1250)

1A et 1B } division d'électronique et d'électrotechnique
1C division de mécanique
1D division de génie civil et de génie rural
2 tronc commun
3 salles de dessin et auditoire général
4 aula (voir aussi fig. 6)
5 restaurant
6 logement du concierge
7 parking couvert
8 parking
9 route cantonale
10 tracé de l'autoroute Lausanne-Berne

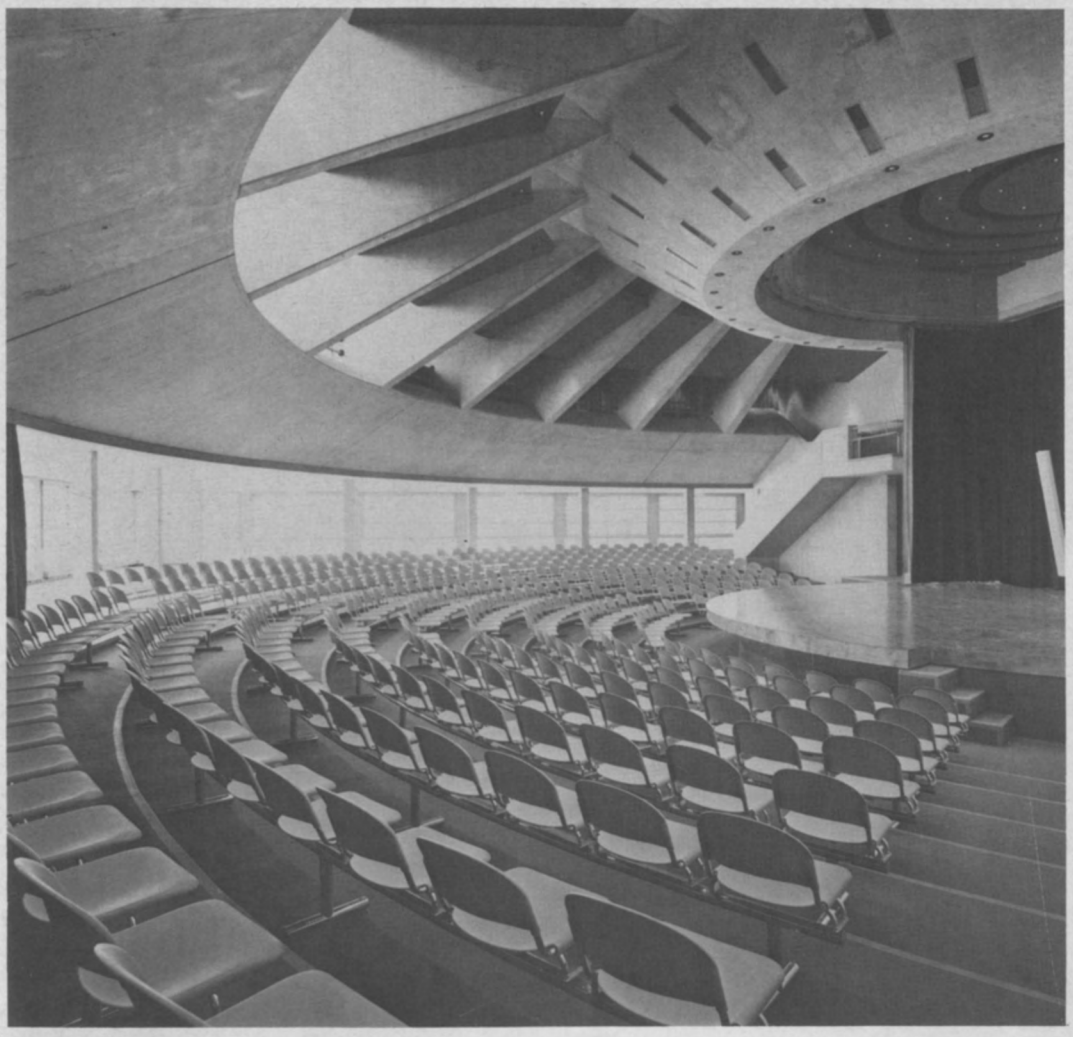


Fig. 6. — L'aula.



Fig. 5. — Vue sur le préau.



Fig. 10. — L'entrée principale.

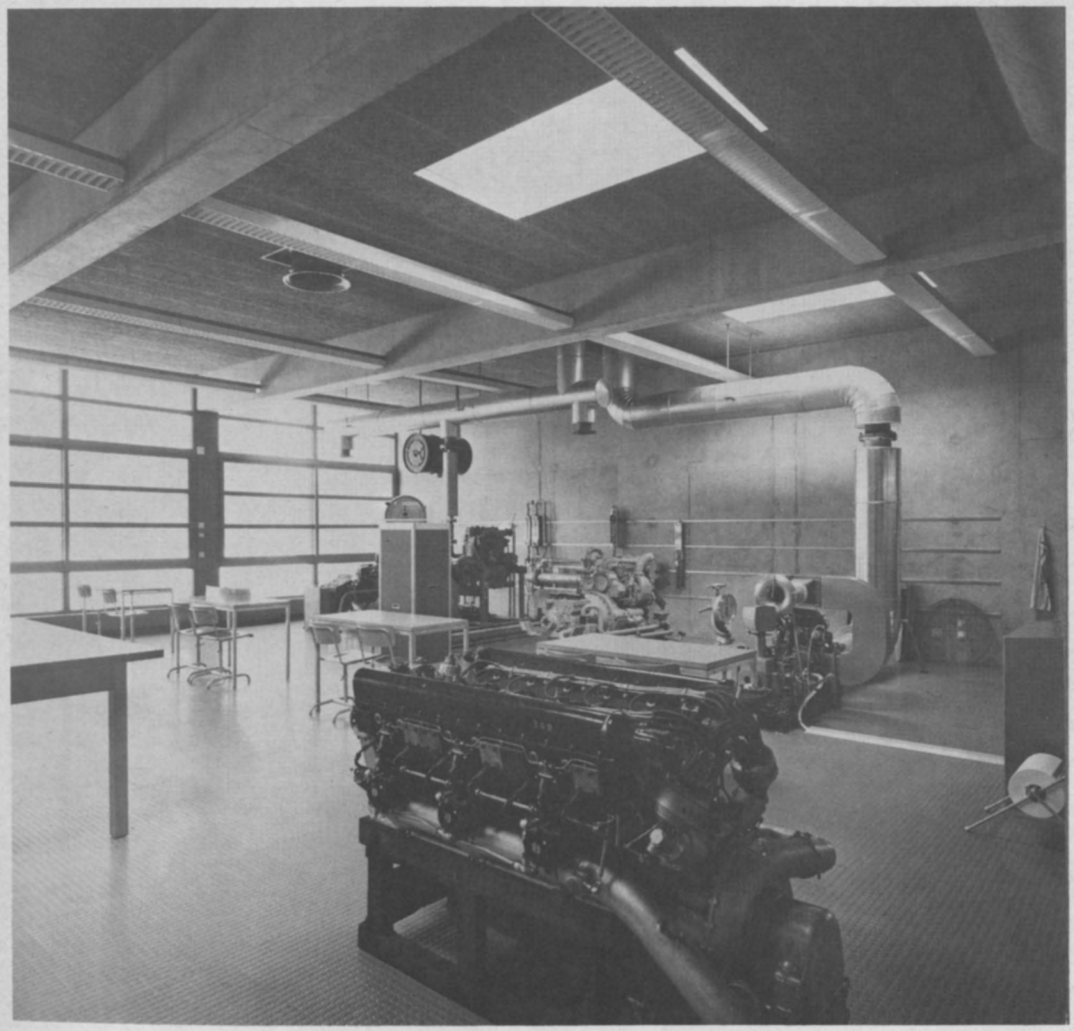


Fig. 11. — Laboratoire.

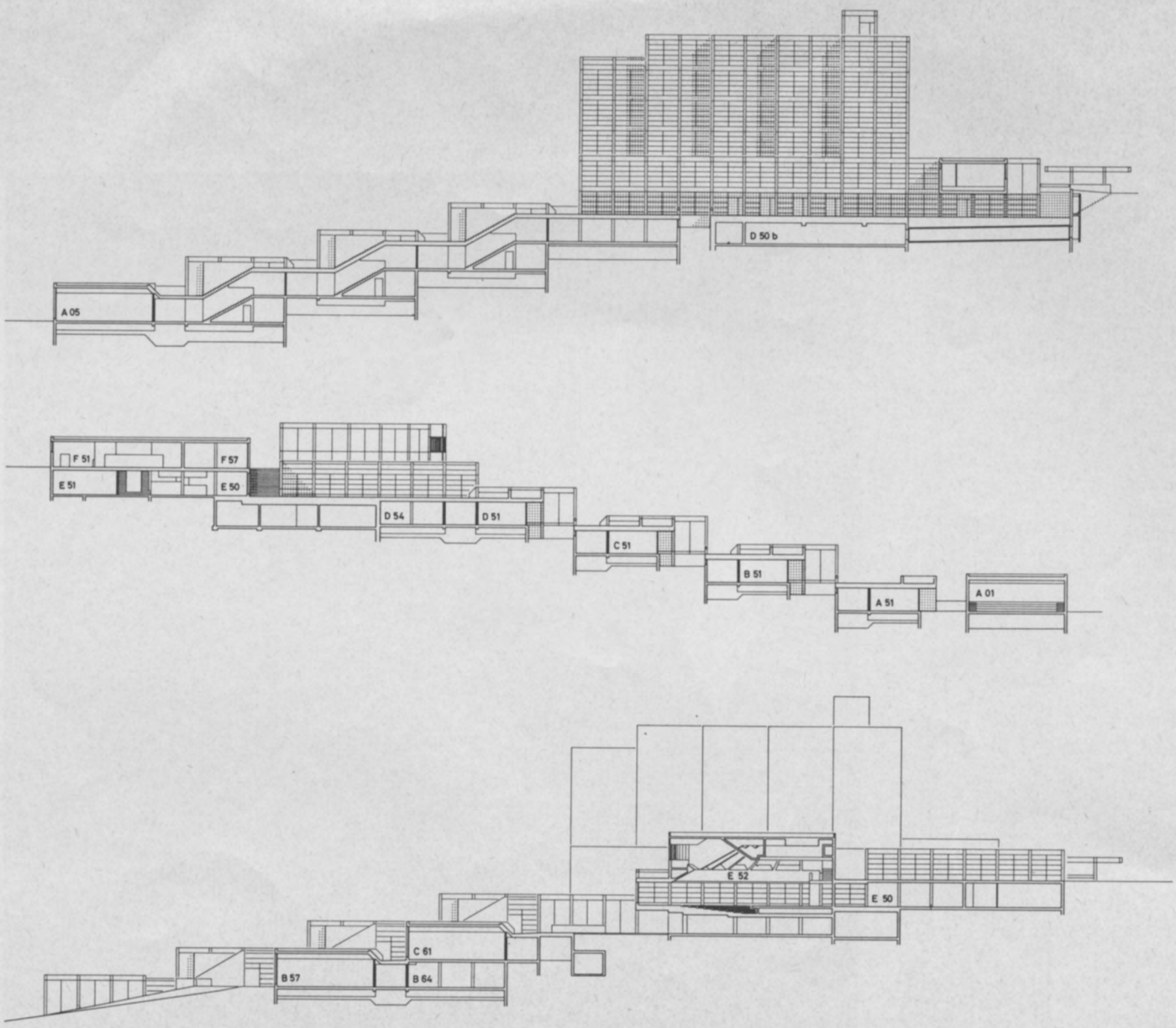


Fig. 7. — Coupes (1:750)

A : escaliers des divisions et abris scolaires
B : cours et bureaux de divisions, réfectoire
C : divisions et aula

leur permettant de s'adapter à l'évolution des techniques. Font exception quelques laboratoires, comme par exemple la chambre sourde ou le laboratoire de métrologie.

L'accès à chaque étage pour tout transport est assuré à niveau par les passages carrossables sur toiture, et au laboratoire du béton par le parking à hauteur du quatrième étage.

Deux entrées mènent à l'aula et au restaurant, dont l'une — sous le logement du concierge — est reliée au hall central du tronc commun par un passage couvert. Au niveau des entrées se trouve un hall servant d'une part de hall d'entrée, vestiaire et foyer de l'aula et d'autre part de cafétéria. De là, les escaliers conduisent au réfectoire situé au niveau supérieur. 250 places assises permettent de servir 500 repas en deux services. Les repas sont préparés à l'extérieur. Ils sont stockés par portions sur place dans les locaux de réfrigération prévus à cet effet et distribués après régénération thermique par self-service.

La forme de l'aula — un quart de cercle s'élargissant d'un côté — garantit une bonne vue sur la scène et une bonne acoustique. La salle en gradins offre 400 places fixes, nombre pouvant être porté à 550, voire 600 en meublant le fond de la salle et la galerie au niveau supérieur. L'aula comprend une scène bien équipée, une galerie de projection dotée des appareils audiovisuels et de l'éclairage scénique nécessaires. Les dépôts et loges des artistes se trouvent derrière la scène.

Le groupe scolaire comporte les abris scolaires réglementaires et, en plus, un poste de commandement et un abri de quartier de la commune d'Yverdon.

Construction et matériaux, installations techniques

L'ensemble des bâtiments est dimensionné selon une trame de 360+30=390 cm. Ceci a permis de réaliser des séries relativement importantes d'éléments pareils. Malgré cette normalisation, la structure porteuse du gros œuvre a été exécutée en béton armé traditionnel, soit coulé sur place. Cette solution s'est avérée plus avantageuse que la préfabrication. En effet, la diversité des cubes des bâtiments, la disposition des niveaux inférieurs en terrasse et enterrés pour une part importante formaient de sérieux obstacles à une réalisation industrielle. Seuls les éléments non porteurs des façades en béton, soit les panneaux de revêtement extérieur, les acrotères, garde-corps, balustrades, etc. ont été préfabriqués en usine.

Le béton est apparent aussi bien à l'extérieur qu'à l'intérieur. Il est lisse de coffrage et n'a subi aucun traitement (fig. 8).

L'adoption de la trame comme base du projet a eu des répercussions sur d'autres éléments de la construction, telles que le nombre restreint des types de fenêtres et de vitrages, les cloisons intérieures modulaires, les portes, armoires et autres éléments de menuiserie normalisés, etc.

Les façades métalliques sont thermolaquées, ainsi que les stores extérieurs à commande électrique. Les cloisons intérieures amovibles sont en acier et également thermolaquées. Elles sont en grande partie vitrées du sol au plafond, ce qui a rendu les niveaux inférieurs transparents et agréables malgré leur grande profondeur d'environ 28 m (fig. 9).

Les installations techniques sont restées apparentes dans les locaux, soit: les chemins de câbles électriques, les fluides, écoulements, gaines et autres éléments de la ventilation et de la climatisation, la tuyauterie du chauffage. Sous les niveaux inférieurs, des vides accessibles permettent le passage des installations et le raccordement des laboratoires. Le principe des installations visibles semble judicieux dans une école formant de jeunes ingénieurs appelés à travailler un jour dans une ambiance d'atelier.

Seuls les auditoires et quelques laboratoires, tels ceux de chimie, de métrologie et le centre de calcul, sont climatisés. De même, seuls les auditoires et quelques locaux bruyants ou sensibles au bruit sont équipés d'un plafond acoustique. Dans les autres locaux, le béton sous dalles est laissé à nu (fig. 10 et 11 en hors-texte).

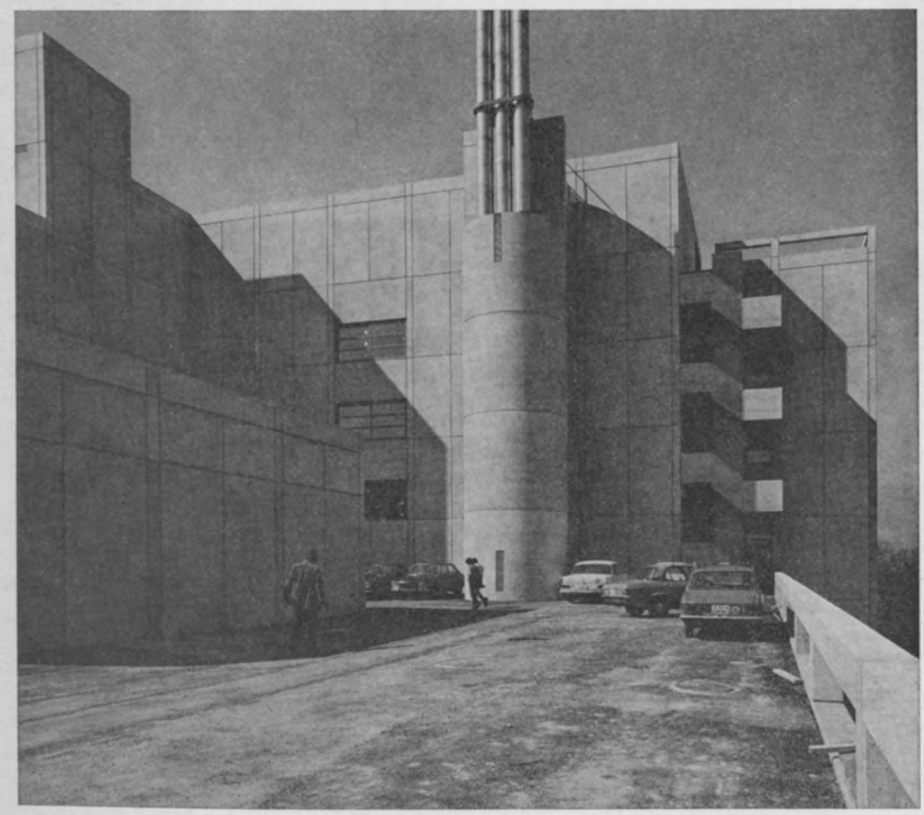


Fig. 8. — Face nord-est de l'Ecole.

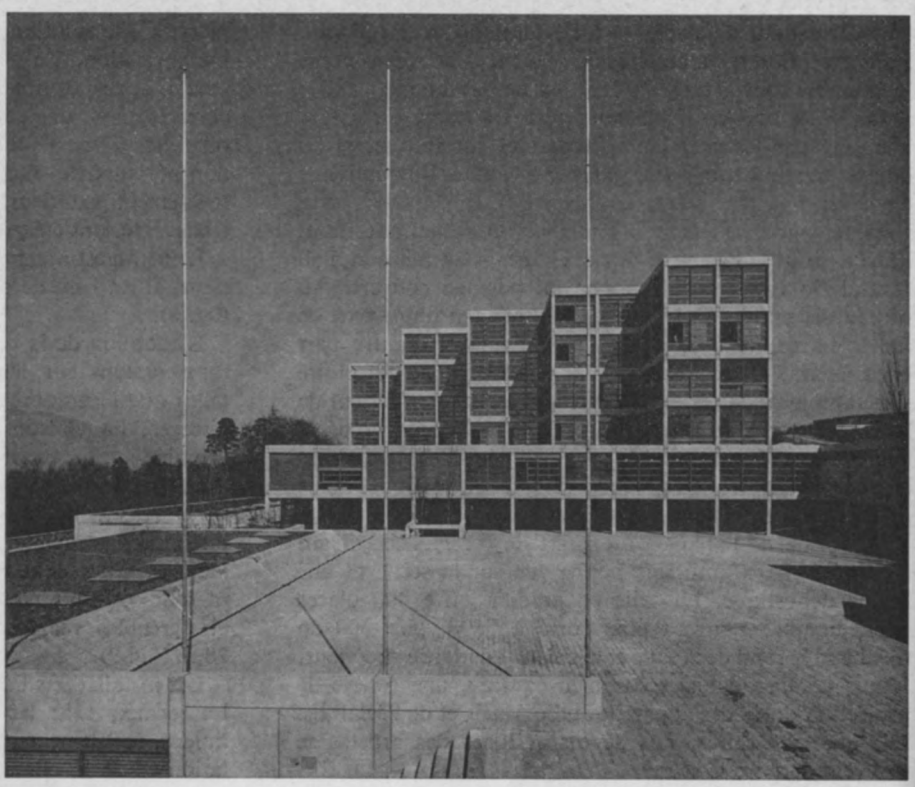


Fig. 9. — Face sud (tronc commun).

Les matériaux choisis sont simples, robustes et — dans la mesure du possible — faciles à l'entretien. Ils démontrent le caractère technique du groupe scolaire. Des couleurs gaies ont été données aux différents éléments peints. La teinte dominante est le jaune-orange des façades et des stores métalliques, des cloisons et d'autres éléments de l'aménagement intérieur. En outre, un concours entre artistes vient d'être ouvert en vue d'une animation par la couleur de certaines parties privilégiées du bâtiment à l'intérieur et à l'extérieur.

L'architecture et les aménagements extérieurs respectent par leur simplicité d'expression la beauté et l'intérêt du site (fig. 1).

Le cube des bâtiments, calculé selon les normes SIA, est d'environ 115 000 m^3 et les surfaces utiles sont de l'ordre de 25 000 m^2. Le chantier a débuté en été 1972. L'école a été mise en service à fin 1975, inaugurée le 20 mai 1976.

Architectes	Claude Paillard
et direction des travaux:	Peter Leemann, architectes FAS/SIA, dipl. EPFZ Zurich Robert Bass, collaborateur
Conduite du chantier:	Gilbert Charrot Ernst Maerki
Ingénieurs civils:	Jaquet-Bernoux-Cherbuin ingénieurs conseils SA, Montreux et Perret-Gentil, Rey & Cie SA, Lausanne et Yverdon
Ingénieurs électriciens:	Brauchli & Amstein SA, Lausanne
Ingénieurs sanitaires:	H. Tanniger, Epalinges
Ingénieurs en chauffage, ventilation et climatisation:	Eigenmann+Brunner succ. P. Brunner, ingénieur dipl. EPF/SIA, Epalinges
Acousticien:	G. Buchli SA, Baden

Les structures porteuses

par A. PERRET-GENTIL, Yverdon, et J. WUNDERLI, Montreux

1. Généralités

L'ensemble des structures est en béton armé, coulé sur place. Les éléments porteurs sont disposés suivant une trame bidirectionnelle de 3,90 m ou l'un de ses multiples. En général, les piliers ont une dimension uniforme de 30×30 cm.

2. Les fondations

Les sondages géotechniques ont montré que l'horizon molassique se trouve à un niveau très variable; en façade aval des « divisions », il se situe à 9 m de la surface, alors qu'à l'amont du « tronc commun » il affleure pratiquement le terrain naturel (voir fig. 12 et 13). Après une étude économique, l'ingénieur a choisi de fonder l'ensemble des « divisions » sur 331 pieux « Zeissl » de 3 à 11 m de longueur, alors que le reste de la construction repose directement sur la molasse.

Lors des excavations, la roche molassique est apparue faillée en plusieurs endroits, certaines fissures étant parfois ouvertes de plusieurs centimètres. Ces caractéristiques sont courantes sur les pentes de la rive droite du lac de Neuchâtel. Certains spécialistes ont cru y voir le signe d'un mouvement de glissement encore non achevé. Après des sondages complémentaires et des observations géométriques sérieuses du comportement de l'ouvrage terminé, il apparaît que cette interprétation est pour le moins pessimiste et que l'ouvrage ne présente aucune déformation mesurable.

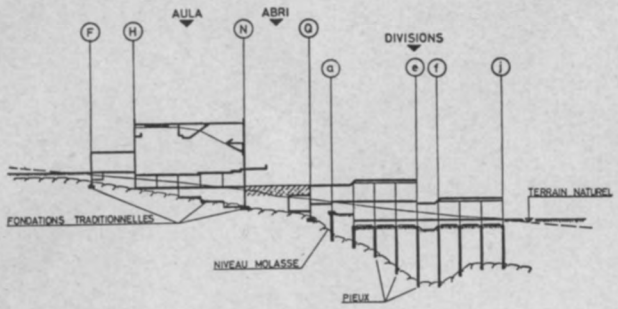


Fig. 12. — Coupe selon l'axe 36.

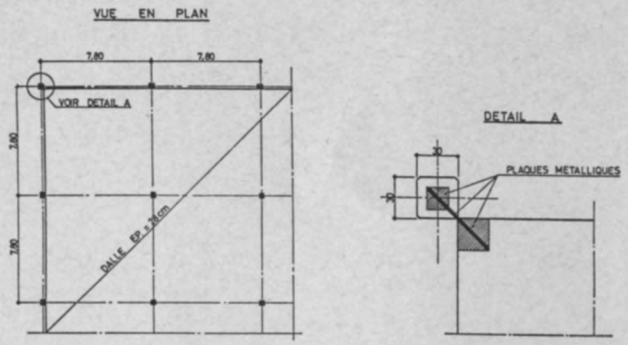


Fig. 13. — Appui des dalles du tronc commun.

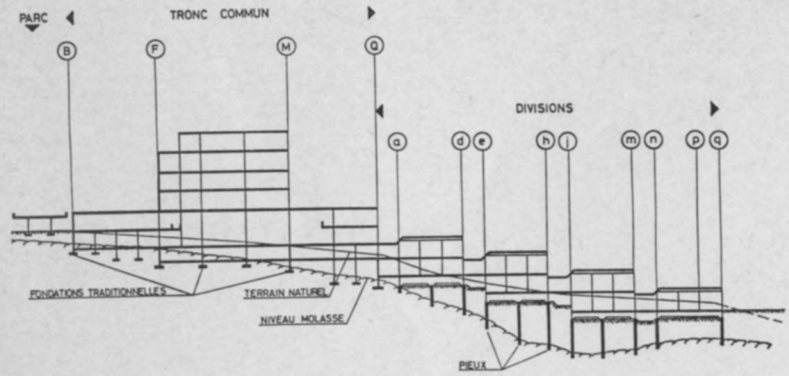


Fig. 14. — Coupe selon l'axe 12.

Toutefois, un certain nombre de précautions ont été prises au fur et à mesure de l'avancement des travaux de gros œuvre: drainages complémentaires des eaux souterraines, approfondissement de fondations superficielles, limitation des vibrations lors des compactages de remblais.

3. Les bâtiments

La configuration des bâtiments a nécessité l'implantation de joints de dilatation entre les « divisions », le tronc commun et l'aula-réfectoire, les fondations étant liées pour assurer la stabilité de l'ensemble.

Les caractéristiques principales des structures peuvent être résumées comme suit :

a) *Tronc commun:*

Planchers-dalle de 28 cm d'épaisseur, surcharge admissible 300 kg/m^2. Particularité: l'appui sur les piliers de façade est soit linéaire, soit ponctuel (voir fig. 14). L'épaisseur de la dalle a été fixée en fonction de critères économiques et en tenant compte des concentrations de contraintes dues aux accrochages en façade et à la présence de nombreux percements.

b) *Aula-réfectoire:*

La dalle-toiture de l'aula, dont le contour présente une forme originale, repose sur une série de sommiers de hauteur variable d'environ 20 m de portée, disposés radialement et convergeant vers un centre situé au milieu de la scène.

c) *Divisions:*

— Plancher-dalle de 20 cm d'épaisseur pour locaux arrière, surcharge admissible 500 et 1000 kg/m^2.

— Dalle traditionnelle sur vide sanitaire, épaisseur: 4 cm de prédalle et 10 cm de surbéton.

— Dalle traditionnelle pour toiture, épaisseur: 5 cm de prédalle et 7 cm de surbéton.

d) *Eléments de façade non porteurs:*

Mis à part les piliers et l'aula, toutes les surfaces de façade en béton apparent sont réalisées avec des éléments préfabriqués non porteurs, mis en place avant bétonnage des murs avec incorporation d'une isolation collée.

4. Matériaux mis en œuvre

Les quelques chiffres ci-dessous situent l'importance de l'ouvrage:

— Bétons mis en œuvre au chantier	16 500 m^3
— Acier pour structure porteuse	1 335 t.
— Prédalles pour les « divisions »	4 900 m^2
— Structure préfabriquée non porteuse	5 000 m^2

Adresses des auteurs:

A. Perret-Gentil
Ingénieur civil SIA
Bureau Perret-Gentil, Rey & C^{ie}
Rue Maison-Rouge 7
1400 Yverdon

J. Wunderli
Ingénieur-technicien ETS
Bureau Jaquet, Bernoux, Cherbuin
Ingénieurs-conseils S.A.
Avenue du Casino 45
1820 Montreux

Imprimerie La Concorde, Epalinges (Suisse)

p 24662

Journal de la
CONSTRUCTION
de la Suisse romande

15 septembre 1982 — Numéro 18

ETH-ZÜRICH
21. Sep. 1982
BIBLIOTHEK

Prix d'architecture Béton 81

(Voir page 20 et suivantes.)



Prix d'architecture Béton 81

Le 25 mai, la Société suisse des fabricants de ciment, chaux et gypse a organisé un séminaire consacré notamment au **Prix d'architecture Béton 81.**

Avant de présenter les sept ouvrages primés et retenus, nous publions l'introduction à ce séminaire, présentée par M. Nicolas STOLL, Dr en droit, directeur de la Société des chaux et ciments de la Suisse romande.

Introduction

Je suis heureux de vous saluer cordialement au nom de la Société suisse des fabricants de ciment, chaux et gypse à l'ouverture du présent séminaire et vous remercie de l'intérêt que vous manifestez pour les sujets qui y seront traités.

C'est dans les années 1977-79 que nous avons mis sur pied le premier cycle des séminaires placés sous le titre général «Contributions actuelles à l'aspect architectural et à la physique du bâtiment des constructions en béton». Notre intention était de fournir aux architectes, ingénieurs et maîtres d'ouvrage, tant du secteur privé que du secteur public, ainsi qu'à d'autres spécialistes de la construction, de nouvelles connaissances en matière de construction en béton. Cette intention est toujours la nôtre. Votre nombreuse présence aujourd'hui nous montre qu'en poursuivant cette tâche nous sommes sur le bon chemin: vous et nous sommes confiants dans l'avenir du béton comme matériau de construction, pour peu qu'il soit judicieusement confectionné et utilisé.

Les sujets qui seront traités aujourd'hui concernent trois domaines: la physique du bâtiment, l'aspect du béton et la conception architecturale en béton.

A propos du premier de ces sujets, nous constatons que les quinze dernières années ont été marquées par le choc de la crise pétrolière. L'industrie du ciment a dû elle-même intensifier ses efforts pour limiter sa consommation d'énergie et se rendre indépendante du pétrole. La construction, quant à elle, doit trouver des solutions qui correspondent à la double exigence suivante: a) mettre en œuvre des matériaux qui consomment le moins d'énergie possible à la production et à la mise en œuvre; b) réaliser des constructions économes en énergie, notamment en énergie de chauffage, et c'est là qu'apparaît l'avantage important des constructions massives en béton. Voilà pourquoi notre séminaire commence par la présentation d'un système de pompe à chaleur utilisant un capteur-accumulateur de masse[1], une innovation ouvrant des perspectives intéressantes à tous les constructeurs persuadés comme nous que l'avenir nous impose de veiller aux économies d'énergie.

Le deuxième des sujets traités aujourd'hui porte sur le béton de couleur[2]. Nous savons que les conceptions esthétiques changent constamment. Il y a quelques décennies, le béton était bien accepté dans sa présentation naturelle, grise, mais vigoureuse; puis, au contraire, ces propriétés soulevèrent des critiques. Le caractère de plus en plus imposant des constructions suscita un sentiment général selon lequel le volume construit était souvent excessif et l'aspect extérieur du béton manquait de fantaisie. C'est ainsi qu'apparut une nouvelle tendance: les réalisations en béton se font de plus en plus fines, filiformes et... le béton se colore. Pour apporter notre contribution à ce dernier développement, qui tend à détacher le béton de son image grise, nous montrons l'état actuel de la technologie en matière de coloration du béton et d'apprêt des surfaces en relation avec cette coloration. Ce sujet vous est présenté par deux ingénieurs du Service de recherches et conseils techniques de l'industrie suisse du ciment (TFB) à Wildegg et à Genève, lequel se tient d'ailleurs constamment à disposition des utilisateurs du béton pour les conseiller, notamment sur les questions relatives à la coloration de ce matériau.

Le troisième et dernier sujet nous conduit à présenter les réalisations remarquées à l'occasion du dernier «Prix d'architecture Béton», qui fut décerné en 1981. La première construction qui valut à son architecte un tel prix — ce fut en 1977 — est régulièrement citée comme une réalisation exemplaire: il s'agit du Musée de l'horlogerie à La Chaux-de-Fonds, en grande partie souterrain. Le béton y joue un rôle prépondérant comme moyen d'expression architecturale. En 1981, le deuxième de ces prix fut décerné à l'architecte Claude Paillard pour l'Ecole d'ingénieurs de l'Etat de Vaud à Yverdon. Six autres objets mentionnés par le jury pour leur qualité remarquable vous seront également présentés aujourd'hui par l'image et commentés. En conférant ce prix d'architecture, que nous comptons rééditer en 1985, nous entendons non seulement distinguer les architectes qui recourent de manière particulièrement heureuse au béton, mais également présenter au public le plus large, au sein duquel se trouvent des maîtres d'ouvrage en puissance, des exemples de réussites réalisées dans ce matériau.

Souhaitons que les exposés présentés aujourd'hui contribuent à promouvoir l'utilisation la plus judicieuse possible du béton des trois points de vue suivants: la physique du bâtiment, l'aspect donné à ce matériau et la conception architecturale.

[1] Voir article similaire «Chauffage à l'aide d'énergie calorifique tirée du béton» paru dans le numéro 10 du 15 mai 1982 (Séminaire à l'EPF Zurich du 1er décembre 1981 organisé par la Société suisse des fabricants de ciment, chaux et gypse).

[2] Voir article similaire «Béton et couleur» paru dans le numéro 9 du 1er mai 1982 — La Réd. (Même séminaire du 1er décembre 1981).

Présentation des sept projets primés et retenus

Pierre Zoelly, arch. dipl. AIA FAS SIA, membre du jury du Prix d'architecture Béton 81, Zollikon-Zurich

De parler du béton en tant que matériau devant des architectes, étudiants d'architecture ou fabricants, techniciens ou commerçants de ce matériau semble bien superflu. D'en dire quelque chose sur le plan philosophique, en revanche, peut être utile puisque nous vivons une période de remise en question.

L'emploi du béton déclenche invariablement une série d'opérations lourdes faites de coffrages, armatures, mélangeurs, grues sur le chantier et de formes métalliques, ancrages, stockages et transports dans l'atelier de préfabrication.

La lourdeur du maniement mène à la lourdeur de l'esprit, et celle-ci à la lourdeur des formes finales. Le jeu économique et esthétique qui consisterait à tirer des formes légères d'un matériau lourd et encombrant est trop souvent étouffé chez nous par les mauvaises habitudes, un manque de courage et une léthargie intellectuelle.

Malgré de bonnes écoles, une grande science, et un perfectionnisme indéniable, nous sommes bien loin du bateau à voile d'un Nervi et des «ailes» d'un Candela.

Et pourtant l'époque serait au réveil des idées. On n'a plus envie du bétonnage des campagnes, des gros blocs à clapiers, on veut pouvoir démonter, déplacer, transformer, recommencer. Le poids et la permanence ne nous impressionnent plus. Nous avons le pied plus léger, l'esprit plus ouvert. A la nostalgie du vieux se mêlent un dégoût du récent et une peur de l'avenir. L'architecture, pour être un livre ouvert des tendances, doit exprimer les fonctions et les rêves, voir même les illusions.

Nous avons dans le jugement du Prix Béton 81 retenu sept travaux intéressants et les avons inspectés sur place. En voici le résultat. D'Yverdon à Arlesheim et de Lugano aux Verrières nous n'avons pas trouvé une image nette, ni une direction, mais des tendances qu'on pourrait décrire approximativement:

Recherche d'amoindrissement du poids visuel par une modulation en plaques ou en squelette (Yverdon, Arlesheim, Affoltern, Rümlang) ou par des nervures décoratives (Les Verrières, Locarno).

Lauréat

Ecole d'ingénieurs de l'Etat de Vaud (EINEV), Yverdon

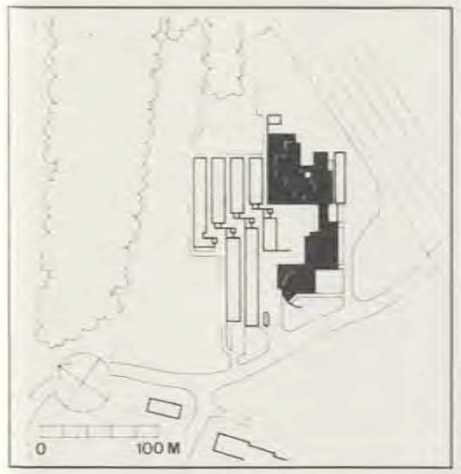
Architecte: Claude Paillard, Zurich, collaborateur Robert Bass (atelier Paillard et Leemann, Zurich).

Ingénieurs: Jaquet-Bernoux-Cherbuin, Montreux; Perret-Gentil, Rey & Cie SA, Yverdon.

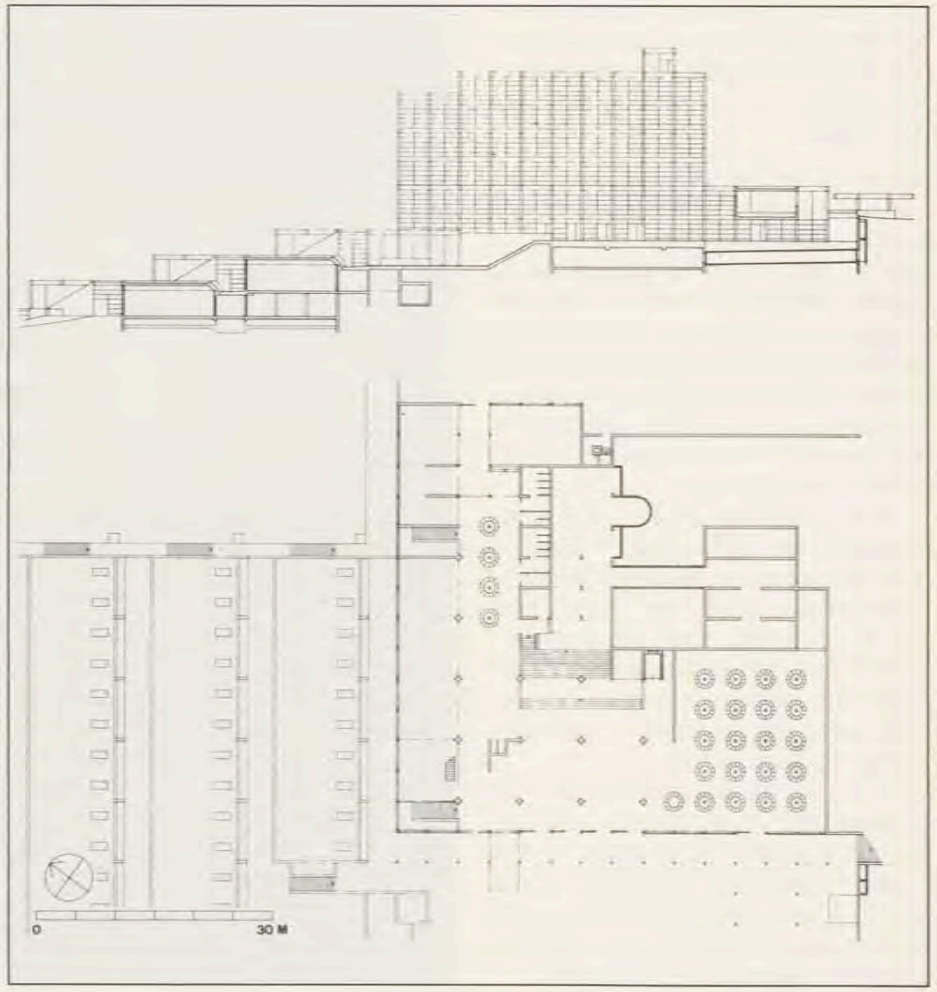
Décoration artistique: Maurice Ruche, Penthaz.

Entreprises: Horace Decoppet SA, Coopérative du Bâtiment, Ernest Gabella SA, Yverdon.

Année de réalisation: 1976.



Coordonnées et altitude: 540.500/181.200/450

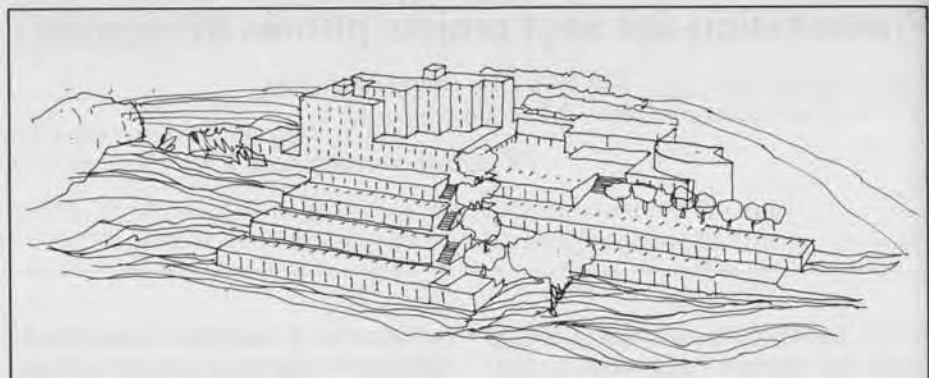


Rapport du jury:

«Des éléments bas de laboratoires en terrasses, un corps haut de classes et une aile aula forment un ensemble harmonieux, habilement posé dans un beau terrain en pente.

»C'est grâce à l'emploi conséquent du béton que les différents éléments du programme se fondent en une unité et que l'extérieur se lie à l'intérieur. Les façades à l'est étant proches d'une future artère à grand trafic, elles sont traitées en corps sculptural fermé alors que les façades au sud-ouest s'ouvrant sur une vue lointaine et verdoyante sont traitées en squelette aéré. Les colonnes sont coulées sur place, les allèges préfabriquées. Le jeu précis des joints est enrichissant.

»Malgré l'emploi d'un module unique, l'auteur a réussi à éviter la monotonie. Le béton, omniprésent dans les grands espaces d'accueil et de circulation intérieurs, contribue à la qualité de l'expérience spatiale.»



le problème : Bâtir une importante école d'ingénieurs, placer un volume conséquent dans un parc de toute beauté, un site digne d'être respecté.

la solution : Un groupe de constructions épousant le terrain, les niveaux inférieurs étant disposés en terrasses. Une bonne moitié du bâtiment étant enterrée, le volume hors terrain a pu être sensiblement réduit.

Zurich, le 15 mai 1981

Commentaire:

Dans les mains de Paillard le béton est un matériau pratique, naturel, distingué dans la nature, animé dans sa modulation et flexible dans son emploi. Ici il ne s'agit pas de décoration.

Observations sur place:

Pour Yverdon cela représente un grand complexe dans un site superbe, pas dans la plaine de la Thièle comme le reste de la ville, mais sur un coteau au-dessus du lac, avec vue sur la forêt et le Jura. Paillard a senti ces qualités, la vue, la pente, un chêne centenaire, mais aussi l'hypothèque d'une menace d'autoroute.

A ces données locales, il a réagi. Avec des murs de défense aux formes sculpturales pour escaliers et cheminées, avec une cour protégée du vent, avec un bloc de classe aux coins décalés, avec un auditoire semi-circulaire, et avec une cascade d'ateliers semi-enterrés. Tout en béton.

Il démontre sa maîtrise par les proportions des piliers, contrecœurs, balustrades et pans de mur et par l'agencement de leurs joints. La multitude des éléments du projet est rassemblée en une composition lyrique et bien paquetée.







Mention particulière :
Gartensiedlung Furttal, Zurich-Affoltern

Architecte : Claude Schelling, Zurich, collaborateur Werner Horber.

Ingénieur : R. Henauer, Zurich, ABS-Additivbaukastensystem AG, Zurich, avec Horbag, Horgen.

Réalisation : Iwan Pestalozzi, Binz.

Entreprises : W. Rüdisühli, Zurich ; Belag Bauelement AG, Rümlang ZH ; Copevo AG, Bremgarten AG ; Züblin-Belfa AG, Schlieren ZH ; Ebo AG, Adliswil ZH.

Année de réalisation : 1980.

Rapport du jury :

«Cet ensemble locatif fait de panneaux en béton juxtaposés n'est pas quotidien dans sa richesse des espaces, son originalité de groupement, son intégration dans le paysage. Il sort de l'ordinaire du préfabriqué.

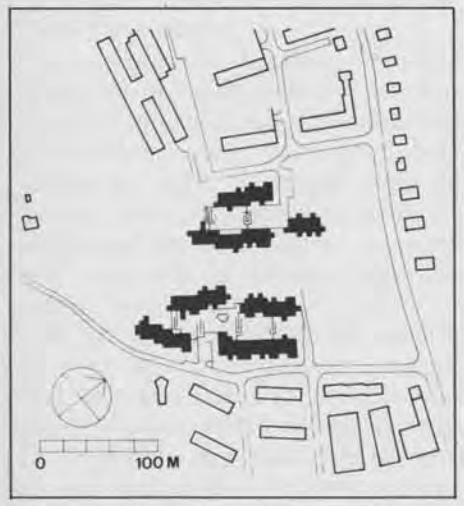
»Sur une pente montant vers la forêt deux espaces «durs» où se trouvent entrées, rampes, escaliers, préaux et pavillons alternent avec un espace «mou» qui sert de prairie de jeu et de repos.

»Malgré l'emploi conséquent d'éléments identiques dans leur dimension et ponctuation de fenêtres, on ressent une richesse et gaieté générale bienfaisantes.

»Le béton sert à l'uniformisation et à l'apaisement d'une architecture hautement modulée.»

Commentaire :

Schelling démontre comment avec un minimum de nombre d'éléments on peut atteindre une extraordinaire richesse d'espaces individuels. Son comportement sur le terrain est exemplaire.



Coordonnées et altitude : 680.050/252. 650/475.

Observations sur place :

Il faut y avoir été pour voir comment avec des simples panneaux d'étage troués de fenêtres on peut créer une atmosphère égayante et riche. Schelling est systématique mais libre, brutal mais humain. Il déverse ses boîtes sur son pré comme un père Noël déverserait le contenu de son sac pour amuser les enfants.





Mention particulière :
Friedhofgebäude, Friedhof «Chilisbäum», Rümlang ZH

Architecte : W. Egli, Zurich, collaborateur O. Brügger.

Ingénieurs : Jucker + Diggelmann AG, Stäfa.

Entreprises : Belag Bauelement AG, Rümlang ; Rudolf Stüssi AG, Dällikon.

Année de réalisation : 1977.

Rapport du jury :

«Un caveau de cimetière à un étage sert de prétexte à un exercice sculptural de squelette en béton qui porte des verres zénithaux. L'idée sera suivie dans un agrandissement futur vers l'ouest. Ce qui compte ici c'est plus la forme que le matériau.

»Reste une certaine ambiguïté quant au rapport entre les fonctions du plan et la forme de la structure.

»La modulation des façades latérales et particulièrement du béton est exceptionnelle.»

Commentaire :

Egli fait de son squelette portant du décor. Est-ce aux dépens de l'effet spatial ?

Observations sur place :

Cette suite de plis, muscles et fentes, est plutôt née sur la planche à dessin qu'au sol.

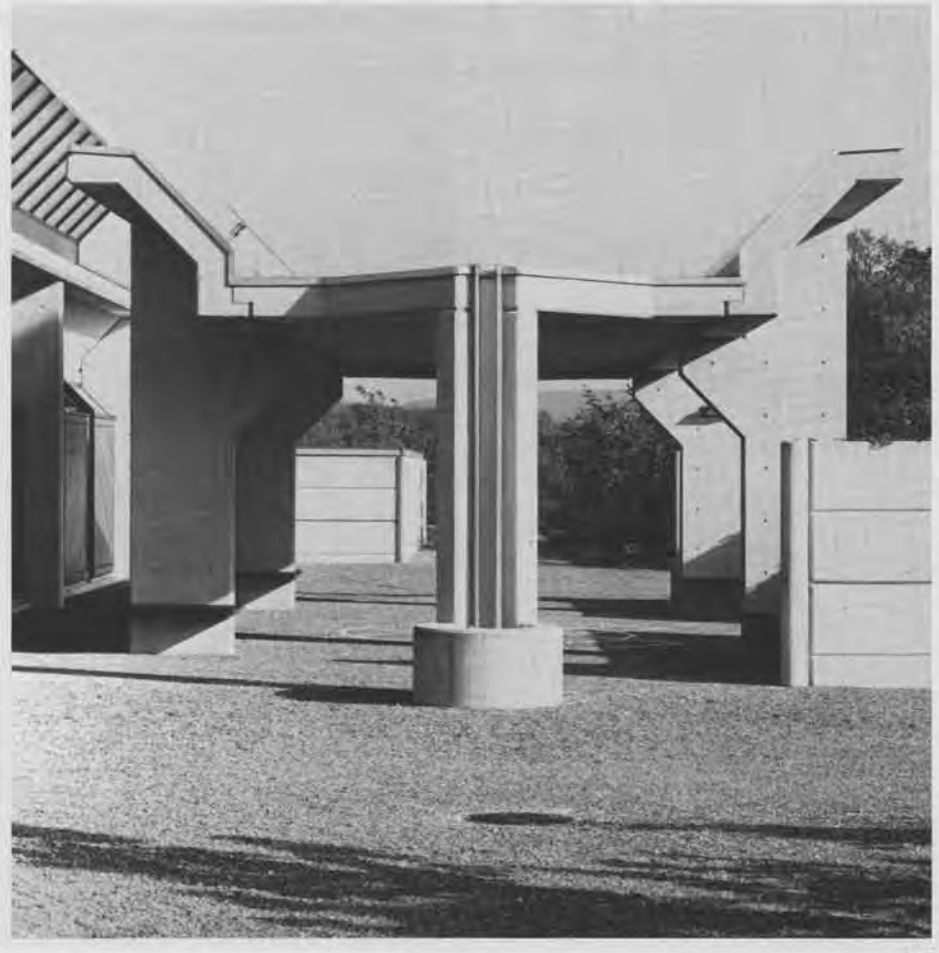
A le voir du dehors, on s'attendrait à une nécropole lumineuse, mais ce caveau de faubourg n'est qu'une série de petites chambres froides, de corridors crépis, de plinthes et de portes standards.

L'architecture à laquelle on s'attend se butte ici à la vérité fonctionnelle d'un petit programme funéraire de campagne. Si seulement Egli avait eu de quoi étendre son système sur des kilomètres, de la campagne jusqu'en ville, pour que le prestige des formes participe à la vitalité du tissu urbain.



Coordonnées et altitude : 682.925/255.600/435.





Mention particulière :
TT-Lager und PTT-Garage, Arlesheim

Architectes : Baur und Partner (Hermann Baur, Hans Peter Baur, Manfred Schärf), Bâle.

Ingénieurs : C. M. Prince, E. und A. Schmidt, Bâle.

Entreprises : Glanzmann AG, Bâle ; Helfenstein und Natterer, Münchenstein ; De Bortoli, Arlesheim ; Bernasconi AG, Aarburg.

Année de réalisation : 1975.

Rapport du jury :

«Le bloc administratif d'un centre d'entretien veut marquer par une géométrie propre en béton. Les brise-soleil très fins enrichissent les façades par un striage horizontal et vertical, raffinent et monumentalisent à la fois.»

Commentaire :

Baur, père et fils, habiles en béton, ont accroché ici un brise-soleil d'une finesse extrême.

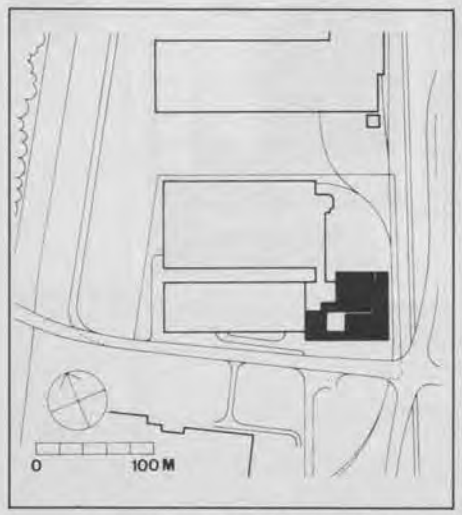
Observations sur place :

De tous côtés circulent de gros véhicules des PTT. La région est neutre. Les grandes halles symbolisent le succès d'une grande entreprise.

Les Baur ont érigé ici pour les employés quelque chose qui fait exception dans ce milieu industriel et qui par ses paupières en béton regarde au loin dans le paysage du Jura.







Coordonnées et altitude : 613.100/261.650/275

Mention spéciale :
Edificio multiusi al liceo, Lugano

Architecte : Sergio Pagnamenta, Lugano.

Ingénieur : Americo Marazzi, Lugano.

Entreprise : Gianola e Gadola, Lugano.

Année de réalisation : 1976.

Rapport du jury :

«Le bâtiment frappe comme lourd dans son parc superbe. Et aussi si on le compare à son voisin, la bibliothèque cantonale de Tami des années 1940, également coulé en béton monolithique. Malheureusement le beau traitement extérieur du béton ne se prolonge pas à l'intérieur.»

Commentaire :

Sur les sept concurrents, Pagnamenta reste le plus sur la ligne traditionnelle : il enrichit son monolithe par des biais dans les contre-cœurs, mais ceci seulement sur les deux façades longitudinales.

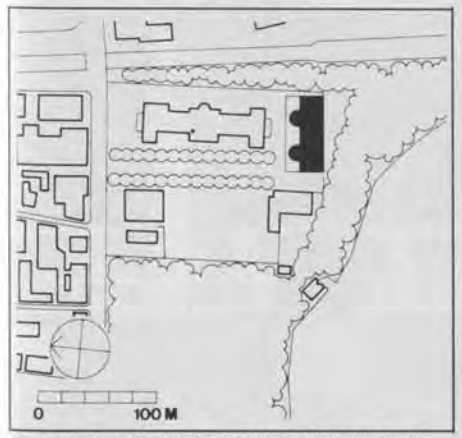
Observations sur place :

Le parc est ancien et bien tenu. Sa promenade lacustre est mondialement connue. L'ensemble arrière des écoles est ennuyeux, stérilement goudronné pour les autos des instituteurs. Là-dedans, toujours fin et élégant, mais malheureusement défiguré par une superstructure bon marché, la fameuse bibliothèque de Tami. Pagnamenta se comporte un peu bruyamment, en Suisse éducateur. Les diverses fonctions, natation, musée, école qui auraient pu contribuer à une animation mutuelle sont soigneusement séparées et le béton au lieu d'être exprimé, se cache sous du crépi.

Alors, nous ressortons et admirons sur le béton ensoleillé le jeu d'ombres des feuilles se balançant dans le vent. Beaucoup de béton dans beaucoup de feuillage.







Coordonnées et altitude : 717.875/095.875/275.

Mention spéciale :

Palestre e amministrazione, scuola elementare «Ai Saleggi», Locarno

Architecte : Livio Vacchini, Locarno.

Ingénieurs : SA Ufficio Ingegneria Maggia, Locarno.

Entreprises : Emiliano et ing. Gianni Merlini, Locarno ; Giuseppe Rampazzi, di Filippo, Ascona ; Vicari SA, Cassarate.

Année de réalisation : 1979.

Rapport du jury :

«La forme et le caractère de cette salle de gymnastique symétrique ressortent de l'ensemble écolier avoisinant, du même architecte. Le matériau ne se lit pas à première vue comme béton. L'emploi de motifs classiques tels que pilastres, sommiers, corniches et socle donne aux façades un air sophistiqué, souligné par de la peinture.

»Une précision géométrique et un riche jeu de lumière dans les surfaces contribuent à un effet de luxe indéniable.»

Commentaire :

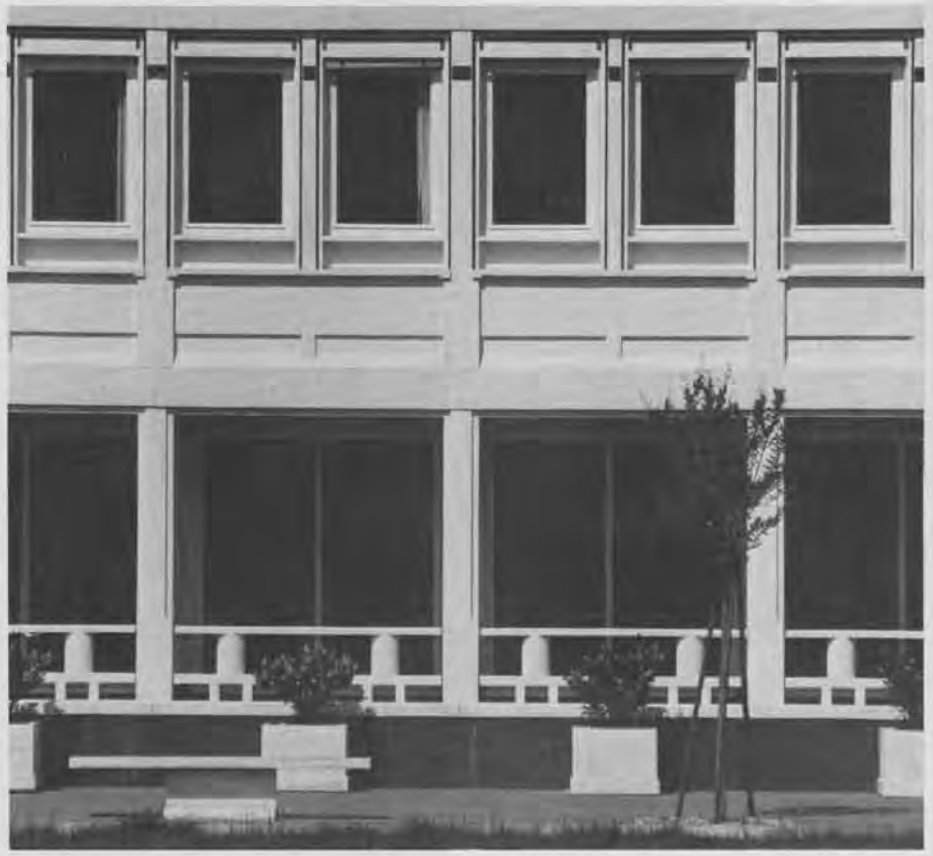
Vacchini fait de chaque paroi et de chaque trou un décor par battues, panneaux, profils et couleurs. Ici le béton n'est plus qu'un porteur accidentel d'un jeu volontaire de clair-obscur. Dématérialisation très poussée.

Observations sur place :

Après une promenade aérée à travers des pavillons emplis de chants d'enfants, parmi les glycines et les stores à soleil, on aboutit au monument, au temple. Il sert à la gymnastique. Une gymnastique glorifiée. Aussi un architecte glorifié au milieu des «Saleggis». Si le Tessin et la Maggia grossissaient sous la fonte des neiges le temple et ses deux salles de gymnastique semi-enterrées seraient submergées, comme Abu Simbel à Assouan.

La musique de Vacchini se fait de rectangles, ceux-ci d'encadrements modulés, chaque trou s'annonce arrivant et partant avant son voisin et tous sont reliés par des filets de couleur pour les empêcher de danser hors de la musique. Le maître de ballet, c'est l'architecte, et il ne nous dit pas qu'il emploie du béton.







Coordonnées et altitude : 704.650/113.150/200.

Mention honorable :

Silo à céréales, Les Verrières (NE)

Architecte : Pierre-A. Debrot, Neuchâtel.

Ingénieur : Nicolas Kostics, Neuchâtel.

Entreprises : Oreste Bezzola, Fleurier ; Pizzera SA, Neuchâtel.

Année de réalisation : 1980.

Rapport du jury :

«Cette tour de silos se place comme corps indépendant et sculptural sur un axe de pénétration de la Suisse.

»Profilée dans la verticale soit par un jeu d'angle et d'arrondi aux extrémités, soit par un groupe de cannelures sur chaque face, la tour se présente toujours vivante dans la lumière par ses jeux d'ombres. Les brise-soleil horizontaux du dernier étage vitré donnent une terminaison élégante à la masse.

»Les traces de talochage dû au système de coffrage coulissant nuisent un peu à l'effet cristallin de l'œuvre. Les formes rondes de l'annexe de service, reprises du silo, donnent trop de richesse à cet élément mineur, d'autant plus qu'il est exécuté en bois et en aluminium.»

Commentaire :

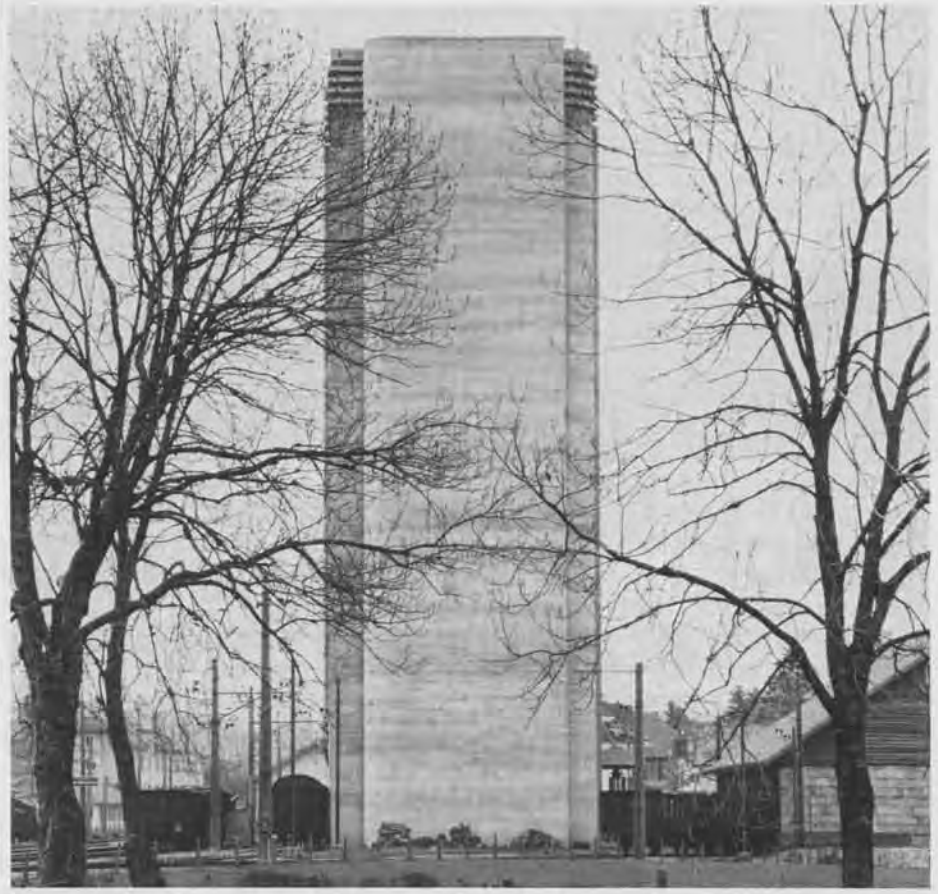
Debrot a transporté un problème technique en œuvre d'art par des moyens de modulation décorative. Il se range ainsi dans la catégorie des «inutiles mais agréables».

Observations sur place :

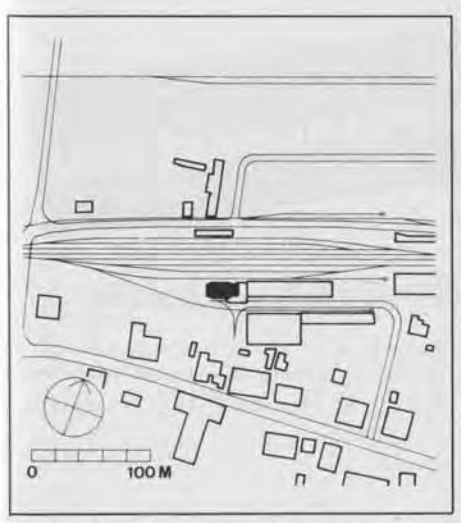
Nous sommes dans un sifflet venteux du Jura. Le ciel est gris. Parmi les baraques et aiguillages on croit entendre le grincement des locomotives de triage. Des autos grises passent, sans se retourner, heureuses d'avoir passé la douane sans ennui.

La tour est unique, miraculeuse. Debrot l'a pétrie (dans les coins), plissée (dans le fût) et couronnée de lamelles à soleil.

Moins symbole d'efficience helvétique que jet d'humour dans la grisaille des montagnes.







Coordonnées et altitude : 526.750/195.275/930.

PUBLICATIONS REPRESENTATIVES

« Wettbewerb Kantonales Technikum un Yverdon » in *Schweizerische Bauzeitung*, n°20, Mai 1968, pp. 339-348.

Gilles Barbey, « Exemple d'art intégré à Yverdon » in *Bulletin du ciment*, n°24, décembre 1981, pp. 1-8.

Jacques Gubler, « Notule sur un ensemble monumental » in *Ingénieurs et architectes suisses*, n°23, 1983, pp. 433-435.

« L'école technique supérieure de l'Etat de Vaud » in *Bulletin technique de la Suisse romande*, n°14 du 8 juillet 1976 (tiré à part).

Pierre Zoelly, « Prix d'architecture Béton 81 » in *Journal de la construction de la Suisse romande*, n°18, 15 septembre 1982, pp. 20-25.

5.9 Rapport Estia – Analyse énergétique de l'enveloppe du bâtiment

Bâtiments de l'HEIG-VD
à Yverdon-les-Bains

Analyse énergétique de l'enveloppe du bâtiment

Etude préparée par
A. Kuenlin et M. Bauer

Octobre 2012

Introduction

Objectif de l'étude

L'étude consiste à évaluer les améliorations de l'enveloppe proposées pour la rénovation des quatre bâtiments (Aula, Cafétéria, Labos et Tour) du site de l'HEIG-VD.

Le présent rapport inclut les éléments suivants:

- Observations lors de la visite du 24 septembre 2012
- Détails des différentes compositions de l'enveloppe
- Bilan thermique de la situation actuelle pour chaque bâtiment
- Comparaison avec la consommation réelle du bâtiment
- Améliorations proposées et les économies d'énergie y relatives
- Discussion sur les ponts thermiques

Dossiers de références

- Projet de rénovation, Etude préliminaire, 1er juin 2011
- Annexe au dossier d'avant-projet, 3 avril 2012
- Dossier d'avant-projet, 27 avril 2012

Visite du 24 septembre 2012

Cette visite a permis d'obtenir des informations complémentaires aux trois dossiers de référence.

Vide sanitaire



Vide sanitaire sous couloir des labos



Vide sanitaire sous bureau



Mur contre chauffé avec 4 cm d'EPS

Les vides sanitaires situés sous les labos A, B, C et D sont composés d'un plafond non isolé contre zone chauffée. Les murs contre la zone chauffée des labos sont isolés avec 4 cm d'EPS. Toutes les techniques passent dans cet espace. L'isolation de conduites de chauffage pourraient faire l'objet d'une vérification par thermographie.

Les vides sanitaires possèdent un espace suffisamment large entre les conduites et le plafond pour y ajouter une éventuelle isolation.

La hauteur sous plafond est variable, entre 1.2m et 2.2m, certaines zones sont peu accessibles, mais sans contre indications importantes par rapport à la réalisation de travaux au plafond.

Visite du 24 septembre 2012

Ponts thermiques ponctuels



Façade Sud-Est de la tour



Façade Nord-Ouest des labos

Sur les façades du bâtiment «Tour» et du bâtiment «Labos», la dalle continue à l'extérieur produit des ponts thermiques ponctuels.

Le pont thermique ponctuel du bâtiment «Labos» est plus important car, en plus de la dalle continue, il y a une poutre traversante qui provoque une discontinuité des panneaux Schichtex au plafond (image ci-contre).



Poutre traversante à l'intérieur des labos

Visite du 24 septembre 2012

Ponts thermiques linéaires



Poteau non isolé dans module 1



Poteau non isolé dans module 3



Dalle continue aux entrées Sud-Ouest

Certains poteaux structurels (principalement module de fenêtres 1 et 3) ne sont pas isolés provoquant un pont thermique linéaire.

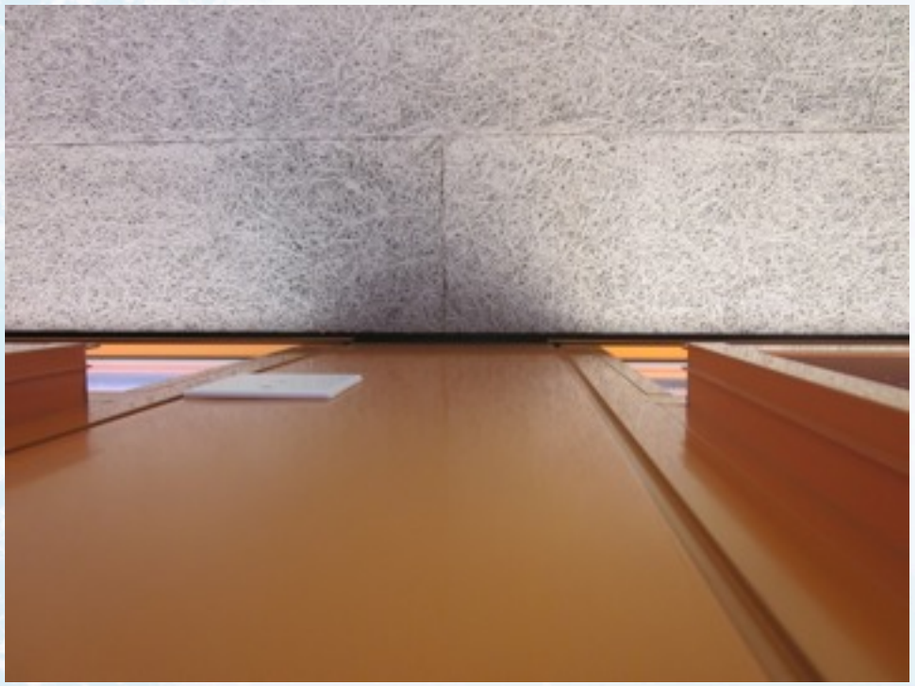
Au niveau des entrées de la tour, l'avant-toit avec dalle continue engendre un pont thermique linéaire.

Visite du 24 septembre 2012

Ponts thermiques linéaires et ponctuels



Plafond sans panneau Schichtex et poteau extérieur isolé par 4 cm de laine minérale intérieure



Plafond avec panneaux Schichtex et poteau extérieur isolé par 4 cm de laine minérale intérieure

Dans ces salle de classe, au niveau de la tête de dalle, la discontinuité entre les 3 cm d'isolant de la tête de dalle et le contrecoeurs isolé provoque un léger pont thermique linéaire. Mais, c'est au niveau des poteaux que la dalle continue sur l'extérieur provoque un pont thermique ponctuel significatif.

Il a aussi été remarqué que certaines salles de classe possèdent un panneaux Schichtex au plafond alors que d'autres n'ont que le béton brut. Cette isolation au plafond permet d'atténuer les ponts thermiques ponctuels et linéaires.

Eléments d'enveloppe

Compositions et valeurs U des éléments de l'enveloppe

Les compositions sont déterminées d'après les observations faites lors de la visite, d'après les plans originaux et les plans de l'existant transmis par les architectes.

Eléments opaques	Composition (extérieur à intérieur)	Valeur U (W/m^2K)	Valeur U de A+W (W/m^2K)
Façades opaques	8 cm de béton préfa, 4 cm de laine minérale, 18 cm de béton	**0.78**	identique
Façades vitrées (contrecoeurs + poteaux)	4 cm de laine minérale	**0.85**	1.1
Façades vitrées (dalle d'étage)	3 cm de laine minérale	**1.09**	identique
Murs contre vide sanitaire	4 cm d'EPS, 25 cm de béton	**0.81**	1.0
Murs contre non chauffé	25 cm de béton	**2.34**	identique
Plancher contre terre	20 cm de béton, 10 cm de chape, 1 cm de revêtement en caoutchouc	**2.61**	1.0
Plancher contre extérieur	26 cm de béton, 2 cm d'isolant, 6 cm de chape chauffante, 1 cm de moquette	**0.96**	identique
Plancher contre vide sanitaire	20 cm de béton, 10 cm de chape, 1 cm de revêtement en caoutchouc	**1.95**	1.0
Toiture labos	8 cm de gravier, 9 cm de plaque drainante, 10 cm de verre cellulaire, 12 cm béton	**0.44**	identique
Toiture tour (plusieurs types de toiture)	8 cm de gravier, natte filtrante, 6 à 12 cm d'XPS, 6 ou 8 cm de PU ou liège, 20 à 28 cm de béton	**0.20 à 0.37**	0.22
Toiture Aula	8 cm de gravier, natte filtrante, 10 cm d'EPS, 6 cm de liège, 30 cm béton	**0.25**	-
Toiture Cafeteria	6 cm gravier, natte filtrante, 5 cm XPS, 6 cm liège, 20 cm de béton	**0.37**	-
Eléments vitrés			
Fenêtres modules 1, 2, 3, 4, 5 et 6	Double vitrage non sélectif (U_g=2.9 W/m^2K), cadre en métal (U_f=6.0 W/m^2K)	**3.7**	identique

Bilan thermique de la situation actuelle en condition standard

Données générales

- Tous les bâtiments du site ont été modélisés: Tour, Labos, Aula et Cafétéria.
- Les zones chauffées et la SRE ont été déterminées d'après les plans de répartition des salles transmis par le responsable technique du bâtiment.
- Surface de référence énergétique (SRE):

Bâtiments	SRE (m^2)
Tour	8'733
Labos	10'781
Aula	855
Cafétéria	1'614
Tout le site	**21'983**

- Conditions standards d'utilisation pour des bâtiments d'affectation «Ecole», «Restauration» et «Lieu de rassemblement» pour l'occupation, la ventilation et la consommation électrique (SIA 380/1:2009)
- Régulation du chauffage : à partir d'une pièce de référence
- Température ambiante moyenne: 20°C
- Capacité thermique de chaque bâtiment: 500 kJ/m^2K (considéré lourd, en raison des surfaces de béton brut importantes dans les noyaux.

Bilan thermique de la situation actuelle en condition standard

Bilan thermique de la Tour

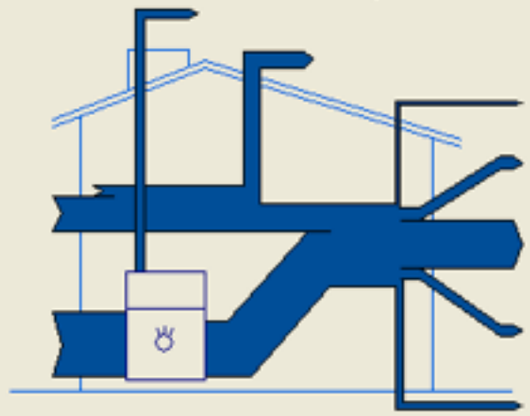
- Besoins de chaleur pour le chauffage: 350 MJ/m^2
- Besoins de chaleur selon étude préliminaire de A+W du 27 mai 2011: 428 MJ/m^2
- Différence due à:
  - Composition des toitures différentes (plusieurs types)
  - Zones non chauffées modélisées; pertes à travers le plancher moins importantes (facteur de réduction b plus faible)
  - Radiateurs non comptés comme surface chauffante car situés devant contrecoeurs isolés (- 69 MJ/m^2)
  - Ponts thermiques ajoutés pour les acrotères, avant-toit, dalle continue, embrasures, allèges et linteaux
- D'après le bilan ci-contre, les fenêtres sont le principal poste de déperditions thermiques (57% des pertes totales) suivis par les parois (15% des pertes totales)

Bilan thermique SIA (CH) — **Payerne** — de Janvier à Décembre
380/1 Justificatif 2009 — Rotation du bâtiment 0 [°] — Surface Ae [m²]: 8'733

Apports thermiques [MJ/m²]

Internes	72.8
Solaires	218.3
Chauffage	411.4
	702.5

Pertes techniques 61.7 — Rejets 110.1



Frac. utile 0.85

Pertes thermiques

	[MJ/m²]	[%]
Toit	27.7	5.2
Parois	79.5	15
Fenêtres	304.3	57.3
Aération	74.6	14
Plancher	44.7	8.4
	530.8	100

Dont ponts thermiques: 2.3 [%]

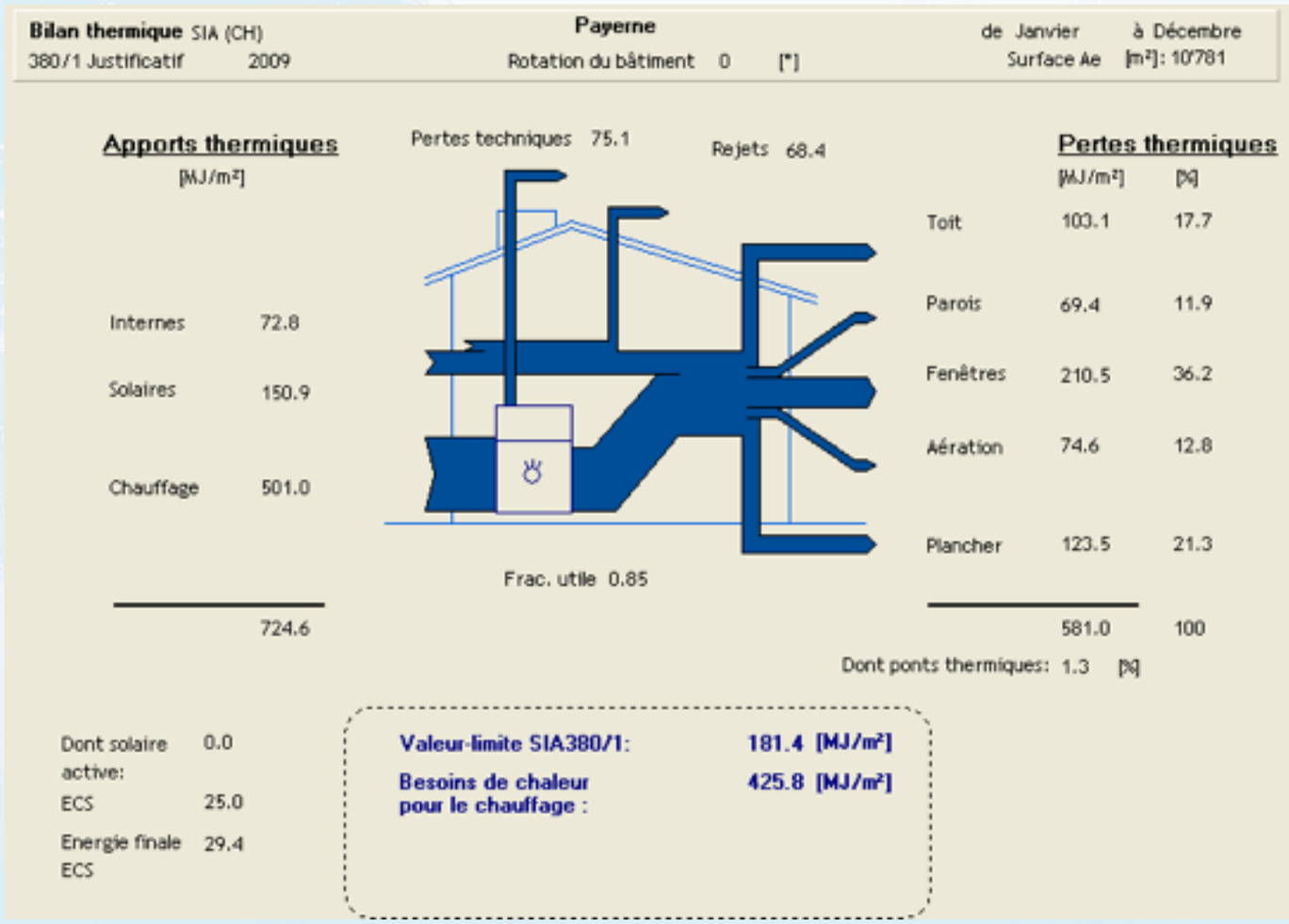
Dont solaire active:	0.0
ECS	25.0
Energie finale ECS	29.4

Valeur-limite SIA380/1:	149.7 [MJ/m²]
Besoins de chaleur pour le chauffage :	349.7 [MJ/m²]

Bilan thermique de la situation actuelle en condition standard

Bilan thermique des Labos

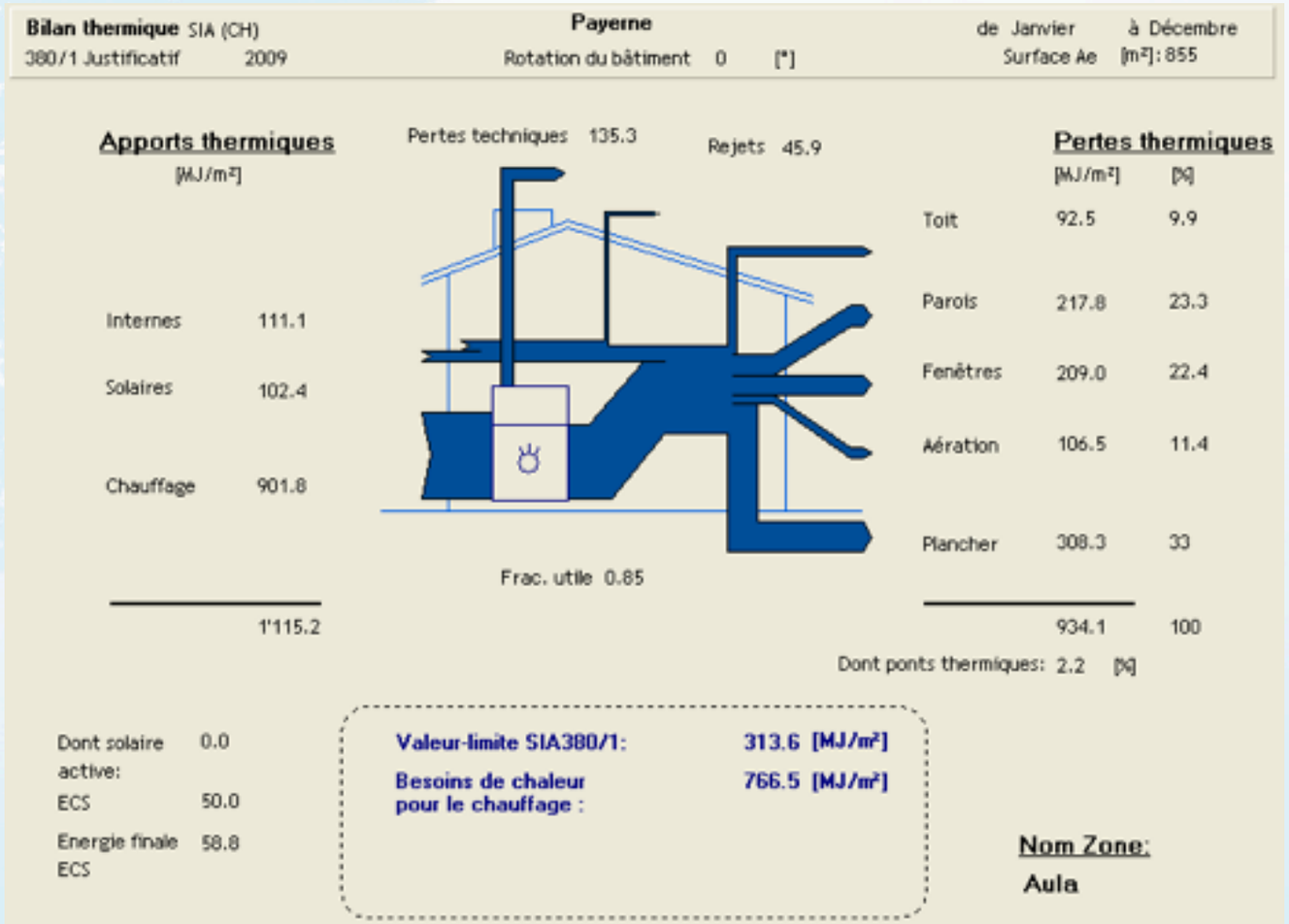
- Besoins de chaleur pour le chauffage: 426 MJ/m^2
- Besoins de chaleur selon étude préliminaire: 496 MJ/m^2
- Différence due à:
  - la modélisation des quatre vides sanitaires sous les labos: pertes à travers le plancher et les murs plus faibles (b de 0.25 au lieu de 0.8)
  - Ponts thermiques ajoutés pour les acrotères, dalle continue, embrasures, allèges et linteaux
- D'après le bilan ci-contre, les fenêtres sont le principal poste de déperditions thermiques (36% des pertes totales) suivis par le plancher (21% des pertes totales)



Bilan thermique de la situation actuelle en condition standard

Bilan thermique de l'Aula

- Besoins de chaleur pour le chauffage: 767 MJ/m^2
- Besoins de chaleur selon étude préliminaire: pas modélisé
- D'après le bilan ci-contre, le plancher contre zone non chauffée est le principal poste de déperditions thermiques (33% des pertes totales) suivis par les parois et les fenêtres (23% et 22%, respectivement)
- Les besoins de chaleur plus élevés de ce bâtiment sont dus au fait que la SRE est faible par rapport à la surface de façade (un seul étage chauffé avec une hauteur de bâtiment importante).
- Les pertes vers le plancher sont importantes car les abris PC ont été modélisés comme zones non chauffées. De plus, ceux-ci ont de grandes surfaces vers l'extérieur (toiture).



Bilan thermique de la situation actuelle en condition standard

Bilan thermique de la Cafétéria

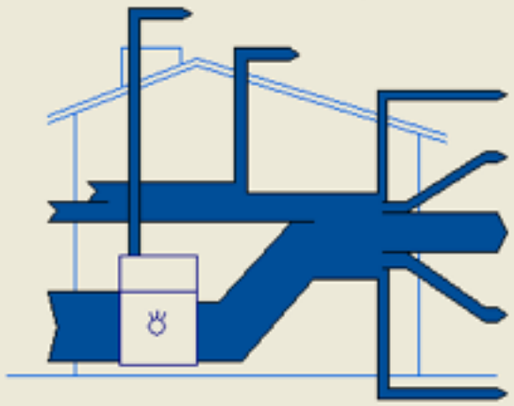
- Besoins de chaleur pour le chauffage: 510 MJ/m^2
- Besoins de chaleur selon étude préliminaire: pas modélisé
- D'après le bilan ci-contre, les fenêtres sont le principal poste de déperditions thermiques (45% des pertes totales) suivis par le plancher et les parois (13%).
- La cafétéria est le bâtiment qui a le plus grand pourcentage de façade vitrée expliquant le pourcentage élevé des pertes par les fenêtres.

Bilan thermique SIA (CH) — **Payerne** — de Janvier à Décembre
380/1 Justificatif 2009 — Rotation du bâtiment 0 [°] — Surface Ae [m²]: 1'614

Apports thermiques [MJ/m²]

Internes	162.8
Solaires	162.4
Chauffage	599.4
	924.6

Pertes techniques 89.9 — Rejets 106.0



Frac. utile 0.85

Pertes thermiques

	[MJ/m²]	[%]
Toit	80.6	11.1
Parois	93.8	12.9
Fenêtres	330.7	45.4
Aération	127.8	17.5
Plancher	95.8	13.1
	728.7	100

Dont ponts thermiques: 3.3 [%]

Dont solaire active:	0.0
ECS	200.0
Energie finale ECS	235.3

Valeur-limite SIA380/1: 221.6 [MJ/m²]
Besoins de chaleur pour le chauffage : 509.5 [MJ/m²]

Nom Zone:
cafeteria

Bilan thermique de la situation actuelle en condition standard

Bilan thermique du site

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m²)	*Valeur limite SIA 380/1 (MJ/m²)*
Tour	350	*150*
Labos	426	*181*
Aula	767	*314*
Cafétéria	510	*222*
Tout le site	**415**	***177***

- Les besoins de chaleur du site correspondent à 2.3 fois la valeur limite SIA 380/1:2009 en rénovation.
- Besoins de chaleur selon l'étude préliminaire: 466 MJ/m²

Bilan thermique selon conditions réelles

Aération: principe actuel

- Les locaux borgnes sont aérés mécaniquement, ainsi que les auditoires. En petite vitesse, le débit total installé est de 30'000 m^3/h, sans récupération de chaleur. Pour un fonctionnement estimé à 2'500 h (réf. C. Brunner). Les débits réels et les temps de fonctionnement actuels précis ne sont pas connus.
- Les salles de classes sont aérées manuellement par les fenêtres et par les fuites.
- Les couloirs ne sont pas ventilés, mais la communication entre étage, favorise les échanges d'air et les rentrées d'air par les fuites.
- En absence d'information plus précise, pour la modélisation nous avons considéré les hypothèses suivantes:
  - un débit mécanique installé réparti selon la SRE sur les bâtiments, un fonctionnement moyen de 7h/jour
  - un modèle d'infiltration basé sur une exposition au vent et étanchéité à l'air moyenne pendant l'aération mécanique
  - un renouvellement d'air naturelle continu de 0.7 m^3/hm^2 le reste du temps
  - ces hypothèses correspondent à une augmentation de 50% des pertes par renouvellement d'air par rapport aux conditions standards.

Bilan thermique selon conditions réelles

Apports internes de chaleur

- La consommation électrique réelle mesurée dans le bâtiment est donné ci-dessous

Consommation	Consommation annuelle (MWh)	Indice (MJ/m^2)	Remarque
$E_{él}$ électricité 2010-2011 mesurée	1'788	**293**	*consommation de tous les bâtiments (yc cafétéria, éclairage, informatique, appareils, climatiseurs).*
$E_{él}$ électricité selon moyenne affectation SIA 380/1		**46**	*consommation théorique pondérée selon affectation, considérée selon conditions standard 380/1*

- La consommation électrique réelle mesurée est nettement plus élevée que la valeur des conditions normales selon SIA 380/1. Une étude détaillée de celle-ci serait utile pour en comprendre la raison. Deux causes ont déjà identifiées: un éclairage de mauvaise qualité et l'installation de climatiseurs individuels.
- La consommation électrique réelle mesurée dans le bâtiment est intégrée dans le bilan thermique.
- Les autres paramètres pour le calcul des apports internes (facteur de réduction et apport par les personnes sont conservés selon conditions standards des affectations).

Bilan thermique selon conditions réelles

Bilan thermique

Bâtiments	Besoins de chauffage selon conditions standards (MJ/m²)	Besoins de chauffage selon conditions réelles (MJ/m²)
Tour	350	282
Labos	426	345
Aula	767	702
Cafétéria	510	453
Tout le site	**415**	**341**

IDE mesuré

Consommation mesurée	Consommation annuelle (MWh)	Indice (MJ/m²)	Remarque
$E_{F,hww}$ chauffage et ECS 2005/2009 (mazout)	2906	476	*Avant le changement de chaudière à gaz*
$E_{F,hww}$ chauffage et ECS 2011 (gaz/mazout)	2'705	443	*Avec chaudière à gaz (+mazout appoint) valeur corrigée selon degré-heure moyens (2005-2011)* *(consommation réelle 2540 MWh)*
$E_{F,ww}$ ECS	362	59	*Basés sur les relevés d'été 2008 et annualisés*
Besoins chauffage mesurés sur base 2011	1'992	**326**	*Calculés avec un rendement de production et perte de 0.85* *(rendement chaudière 0.9 et 5% de pertes distribution non utile au chauffage).*

Bilan thermique selon conditions réelles

Comparaison de l'IDE calculé par rapport aux consommations

- Les besoins de chaleur mesurés sont de 326 MJ/m^2, valeur similaire au calcul du bilan thermique en conditions réelles (341 MJ/m2)
- Compte tenu des incertitudes sur les déperditions par l'aération, le bilan thermique est validé par la mesure.

Evaluation des économies d'énergie après rénovation

- Actuellement, les charges internes électriques importantes contribuent à chauffer le bâtiment. Ainsi, par exemple, une diminution de la consommation électrique par la rénovation de l'éclairage, aura tendance à augmenter la consommation de chaleur.
- Inversement, la rénovation de la ventilation mécanique sans récupération de chaleur doit réduire les besoins de chaleur.
- La rénovation de l'enveloppe va diminuer les déperditions, mais l'économie de gaz réalisée sera influencée par l'amélioration des installations techniques (remplacement de l'éclairage, ventilation, circulateurs) et l'étanchéité à l'air de l'enveloppe.
- L'amélioration de ces postes n'est pas connue précisément à ce stade de l'étude.
- Pour évaluer les économies d'énergies propres à l'amélioration de l'enveloppe, on a considéré les conditions standards SIA, à savoir:
  - Que le débit d'air actif après amélioration sera au moins équivalent à la valeur standard selon SIA 380/1 (0.7 m^3/h/m^2)
  - Que les apports internes ne chauffent pas le bâtiment davantage que les valeurs standards selon SIA 380/1.

Rénovation : bases légales à considérer

Patrimoine

- Le bâtiment est classé en note *2* au recensement architectural du canton de Vaud
- A priori, les mesures de rénovation ne doivent pas affecter l'aspect de l'enveloppe extérieure du bâtiment

Norme SIA 380/1:2009

- Les bâtiments doivent être rénovés selon les exigences de cette norme.
- 2 approches sont possibles :
  - Justificatif ponctuel : chaque élément rénové respecte les valeurs U limite (cf. tableau ci-contre)
  - Justificatif global : respect de la valeur limite sur les besoins de chaleur du bâtiment

Loi sur l'énergie du canton de Vaud

- Article 24:

  «Les bâtiments à construire et les bâtiments à rénover dont l'Etat de Vaud est propriétaire ou dans lesquels il a une participation financière majoritaire satisfont, en plus des exigences de la loi et du règlement, aux contraintes suivantes:

  a) pour les bâtiments neufs, le standard Minergie-ECO

  b) pour les rénovations, les éléments d'enveloppe concernés doivent répondre aux valeurs-cibles de la norme SIA 380/1»

	Valeurs limites U_{li} W/(m²·K)		Valeurs cibles U_{ta} W/(m²·K)	
élément d'enveloppe contre / élément de construction	l'extérieur ou enterré à moins de 2 m	locaux non chauffés ou enterré à plus de 2 m	l'extérieur ou enterré à moins de 2 m	locaux non chauffés ou enterré à plus de 2 m
éléments opaques (toit, plafond)	0,25	0,28	0,15	0,20
éléments opaques (murs, sol)	0,25	0,30	0,15	0,20
éléments opaques avec système de chauffage intégré	0,25	0,28	0,15	0,20
fenêtres, portes-fenêtres	1,3	1,6	0,90	1,1
fenêtres avec corps de chauffe en applique	1,0	1,3	0,80	1,0
portes	1,3	1,6	1,1	1,3
portes supérieures à 6 m²	1,7	2,0	1,2	1,4
caissons de store	0,50	0,50	0,30	0,30

Valeurs U limites et cibles pour un projet de rénovation selon SIA 380/1:2009

Rénovation : variantes d'interventions

1) Les fenêtres

- Remplacement des fenêtres par des fenêtres avec double vitrage pour les ouvrants et triple vitrage pour les éléments fixes:
  - Double virage: U_g=1.1 W/m²K, g=42%, T_L=72%
  - Triple vitrage: U_g=0.6 W/m²K, g=37%, T_L=64%
  - U_w=1.59 W/m²K (d'après informations fournies par Emmer Pfenninger Partener AG)
- Besoins de chaleur : 317 MJ/m², soit une diminution de 23.7%

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m²)	*% amélioration*
Tour	235	*32.9*
Labos	348	*18.2*
Aula	672	*12.4*
Cafétéria	358	*29.8*
Tout le site	**317**	***23.7***

Remarques:

- Les fenêtres proposées respectent le gabarit des fenêtres actuelles afin de conserver à l'identique l'aspect extérieur du bâtiment. Toutefois, la valeur U des fenêtres proposées ne satisfait pas le justificatif ponctuel de la norme ($U > U_{li}$)
- En choisissant des vitrages qui ont une valeur g plus élevée (dv avec g=58% et tv avec g=46%), les besoins de chaleur passent à 305 MJ/m².
- Si, comme proposé par la pré-étude, les vitrages avaient tous une valeur U de 0.7 W/m²K et un cadre d'une valeur U de 1.2 W/m²K (U_w=1.0 W/m²K), les besoins de chaleur seraient de 269 MJ/m², soit une diminution de 35% au total.

Rénovation : variantes d'interventions

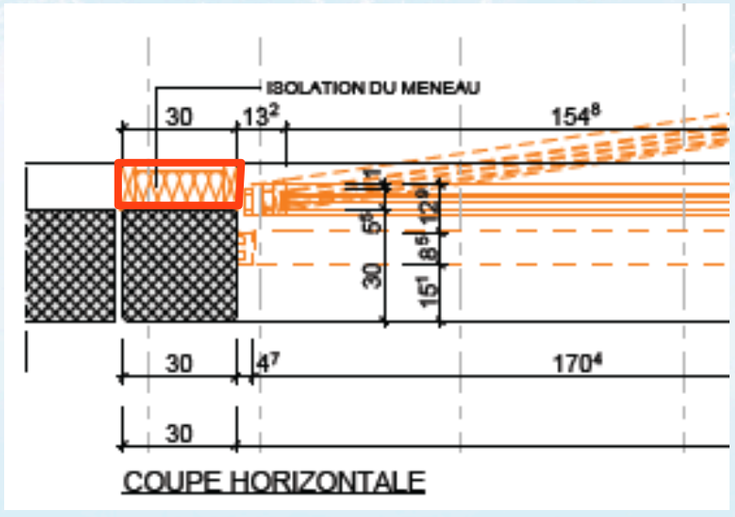
2) Isolation contrecoeurs et poteaux

- Remplacer les 4 cm d'isolant par 10 cm de panneaux superisolant de Gonon (λ=0.021 W/mK) pour le contrecoeurs et les poteaux des fenêtres.
- U=0.20 W/m²K
- Besoins de chaleur : 401 MJ/m², soit une diminution de 3.3%

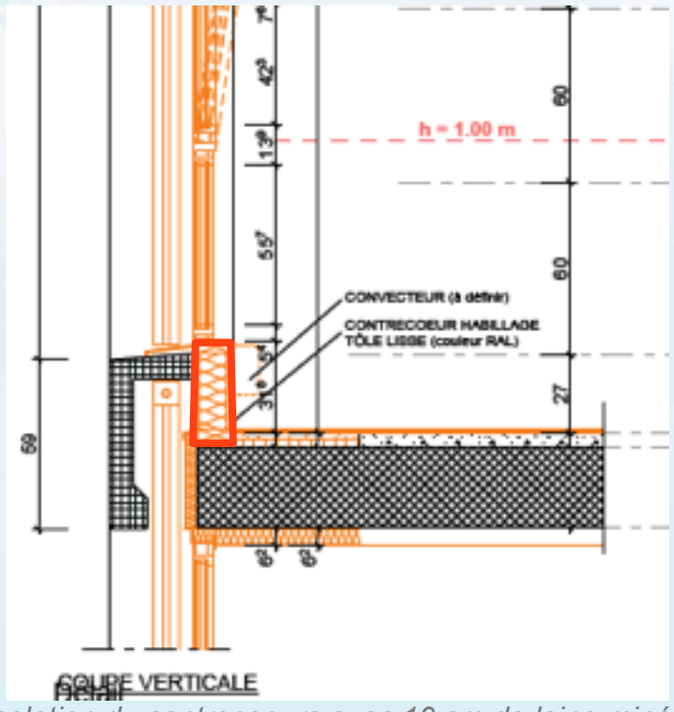
Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m²)	*% amélioration*
Tour	337	*3.6*
Labos	414	*2.8*
Aula	754	*1.6*
Cafétéria	479	*5.6*
Tout le site	**401**	***3.3***

Remarques:

- L'intervention respecte les exigences ponctuelles de la norme SIA ($U<U_{limite}$) mais la valeur U des contrecoeurs est supérieure à la valeur cible de la norme. La mise en oeuvre (fixation) et l'épaisseur isolante utile seront à vérifier selon la valeur U visée.



Isolation des poteaux avec 10 cm de laine minérale



Isolation du contrecoeurs avec 10 cm de laine minérale

Rénovation : variantes d'interventions

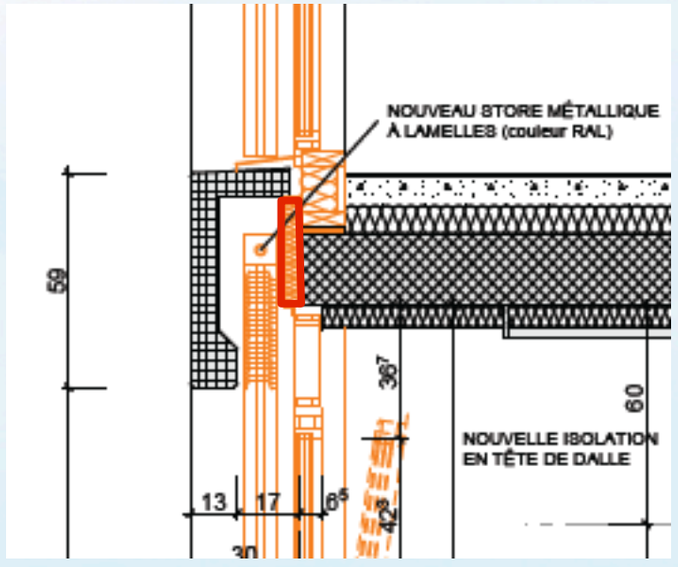
3) Variante 2 + isolation de la tête de dalle

- Remplacer les 3 cm d'isolant par 4 cm de panneau superisolant de Gonon (λ=0.023 W/mK) sur la tête de dalle d'étage dans le caisson de store avec également l'isolation de 10 cm sur les contrecoeurs et les poteaux
- U=0.20 W/m²K pour contrecoeurs et poteaux
- U=0.50 W/m²K pour dalle d'étage
- Besoins de chaleur : 400 MJ/m², soit une diminution de 3.6%

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m²)	*% amélioration*
Tour	334	*4.4*
Labos	414	*2.8*
Aula	752	*1.8*
Cafétéria	478	*6.3*
Tout le site	**400**	***3.6***

Remarques:

- La valeur U de la tête de dalle est équivalente à la valeur limite de la norme pour les caissons de store. Le justificatif ponctuel est satisfait. Toutefois, la mise en oeuvre (fixation) sera à vérifier selon la valeur U visée.
- La différence avec la variante 2 n'est que de 0.3%. Cela demande des travaux importants de passer d'une isolation de 3cm à 4cm pour une économie d'énergie faible.
- Dans l'étude préliminaire, il était prévu d'ajouter 6 cm d'isolant.



Isolation de la tête de dalle avec 4 cm de laine minérale

Rénovation : variantes d'interventions

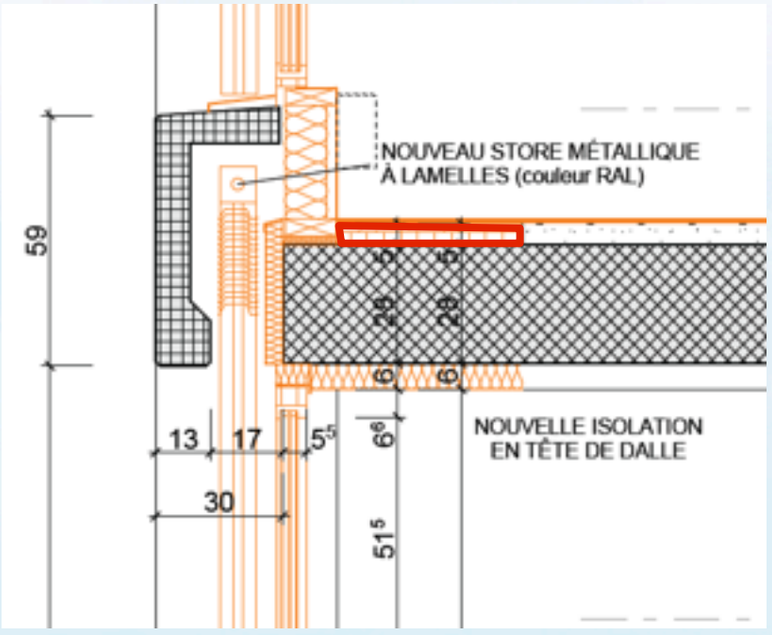
4) Variante 3 + isolation du plancher avec 2 cm

- Ajout de 2 cm d'isolant sur le plancher devant les fenêtres sur 50 cm avec également l'isolation des contrecoeurs, des poteaux et de la tête de dalle d'étage
- Réduit le pont thermique linéaire au niveau de la tête de dalle d'étage: Ψ=0.09 W/mK (au lieu de Ψ=0.10 W/mK pour variante 3)
- Besoins de chaleur : 400 MJ/m^2, soit une diminution de 3.6%

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m^2)	*% amélioration*
Tour	334	*4.5*
Labos	414	*2.8*
Aula	752	*1.9*
Cafétéria	477	*6.4*
Tout le site	**400**	***3.6***

Remarques:

- Il est supposé que l'isolation sous dalle (panneau Schichtex) existe déjà comme c'est le cas dans la plupart des classes.
- L'ajout d'isolant sur la dalle réduit légèrement le pont thermique linéaire mais ne diminue pas de manière considérable les besoins de chaleur du bâtiment (diminution de moins de 0.1% par rapport à la variante 3).
- L'ajout de cet isolant permet de réduire le pont thermique ponctuel au niveau de la dalle continue selon l'étude de A+W. Ce point n'a, toutefois, pas été vérifié.



Isolation de la dalle avec 2 cm d'isolant sur 50 cm

Rénovation : variantes d'interventions

5) Isolation du plafond des vides sanitaires

- Ajout de 16 cm d'isolant, type Flumroc Topa (λ=0.035 W/mK) sur le plafond des quatre vides sanitaires.
- U=0.20 W/m²K
- Besoins de chaleur : 386 MJ/m², soit une diminution de 6.9%

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m²)	*% amélioration*
Tour	350	*0.0*
Labos	367	*13.7*
Aula	767	*0.0*
Cafétéria	510	*0.0*
Tout le site	**386**	***6.9***

Remarques:

- Cette intervention concerne uniquement le bâtiment des labos.
- La valeur U cible de la norme SIA 380/1 est respectée.
- Par rapport à l'étude préliminaire, la diminution des besoins de chaleur n'est que de 14% sur le bâtiment labos en raison d'une modélisation plus fine des vides sanitaires.

Rénovation : variantes d'interventions

6) Isolation du mur des vides sanitaires contre labos

- Ajout d'un supplément de 14 cm d EPS (λ=0.036 W/mK) sur les murs des vides sanitaires déjà isolés contre la zone chauffée.
- U=0.20 W/m^{2}K
- Besoins de chaleur : 415 MJ/m^2, soit une diminution < 0.1%

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m^2)	*% amélioration*
Tour	350	*0.0*
Labos	425	*0.1*
Aula	767	*0.0*
Cafétéria	510	*0.0*
Tout le site	**415**	***<0.1***

Remarques:

- Cette intervention concerne uniquement le bâtiment des labos.
- La valeur U cible de la norme SIA 380/1 est respectée.
- Cette intervention n'est pas recommandée, l'économie d'énergie engendrée est négligeable.

Rénovation : variantes d'interventions

7) Isolation de la toiture des labos et de la Cafétéria

- Ajout de 12 cm d'XPS (λ=0.035 W/mK) sur la toiture des labos et 10 cm sur la toiture de la cafétéria (ex: toiture inversée, mais autre variante d'isolation possible)
- U=0.20 W/m²K
- Besoins de chaleur : 387 MJ/m², soit une diminution de 6.8%

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m²)	*% amélioration*
Tour	350	*0.0*
Labos	373	*12.4*
Aula	767	*0.0*
Cafétéria	479	*6.0*
Tout le site	**387**	***6.8***

Remarques:

- Cette intervention ne touche pas la toiture de l'aula et de la tour qui possèdent déjà une bonne isolation.
- La valeur U limite de la norme SIA 380/1 est respectée mais pas la valeur U cible.
- Si toutes les toitures sont rénovées pour atteindre la valeur U cible (0.15 W/m²K), les besoins de chaleur atteindrait 376 MJ/m², soit une diminution de 9.4%.

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m²)	*% amélioration*
Tour	341	*2.6*
Labos	363	*14.7*
Aula	731	*4.6*
Cafétéria	468	*8.2*
Tout le site	**376**	***9.4***

Besoins de chaleur avec toutes les toitures à U=0.15 W/m²K

Rénovation : variantes d'interventions

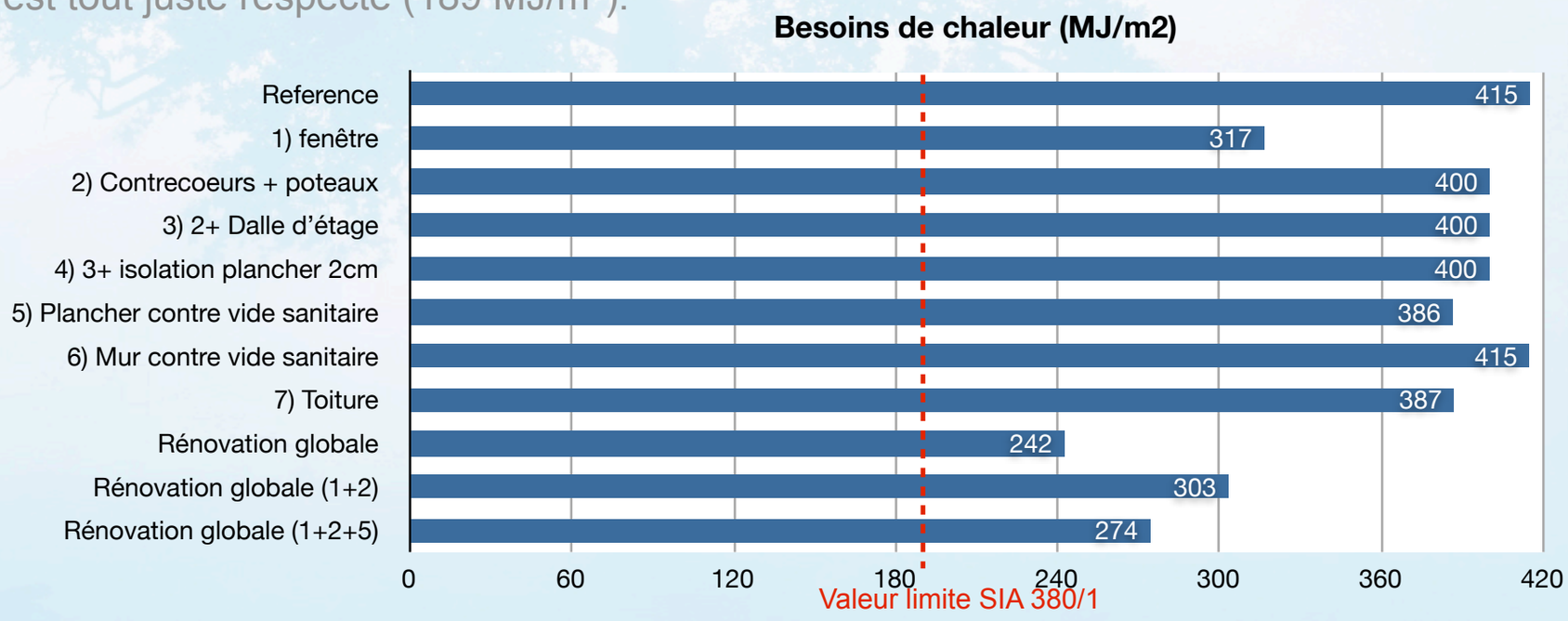
Rénovation globale

- La rénovation globale considère toutes les variantes standards (variantes 1, 2, 3, 4, 5, 6 et 7).
- Besoins de chaleur : 243 MJ/m^2, soit une diminution de 41.6%

Bâtiments	Besoins de chaleur (MJ/m^2)	*% amélioration*
Tour	219	*37.4*
Labos	222	*47.9*
Aula	654	*14.7*
Cafétéria	289	*43.3*
Tout le site	**243**	***41.6***

Remarques:

- Le justificatif global n'est pas respecté; les besoins de chaleur sont supérieurs à la valeur limite SIA 380/1 de 191 MJ/m^2.
- De plus, toutes les variantes ne respectent pas le justificatif ponctuel. Dès lors, l'intervention sur les fenêtres et les contrecoeurs doit se justifier en tant que mesures permettant de conserver le caractère patrimonial (demande de dérogation).
- En rénovant toutes les toitures (U=0.15 W/m^{2}K) et en mettant des fenêtres optimales (U_w=1.0 W/m^{2}K), le justificatif global est tout juste respecté (189 MJ/m^2).



Discussions sur les différents ponts thermiques

Ponts thermiques ponctuels

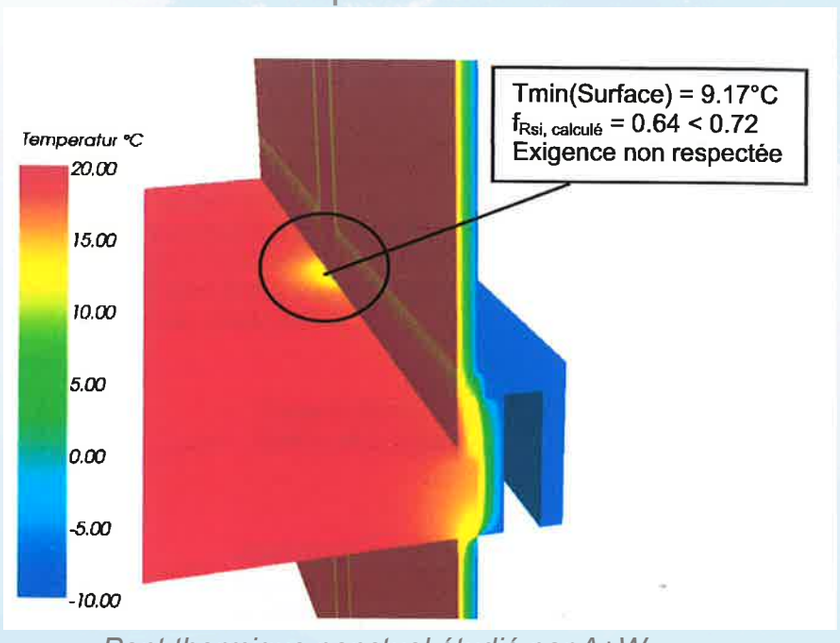
Le pont thermique ponctuel dû à la dalle continue sur pilier engendre des pertes thermiques mais peut également provoquer des problèmes liés à la condensation et aux moisissures (surfaces froides). Ce pont thermique en 3D a été analysé lors de l'étude préliminaire de A+W ; il serait atténué en y ajoutant 2 cm d'isolant sur et sous la dalle sur 50 cm.

D'un point de vue de l'économie d'énergie, cette intervention ne réduit pas les besoins de chaleur de manière significative. Cet isolant est utile potentiellement devant le poteau et non sur tout le long de la façade.

Le risque de dégât est de la moisissure et de la condensation de surface sur les zones concernées. Il n'y a pas de défaut de ce type actuellement dans le bâtiment.

Il est à noter que le radiateur au pied du pont thermique ainsi qu'une aération suffisante limitant l'humidité intérieure permet également de réduire les risques de condensation et de moisissures à ces endroits sans pour autant ajouter une isolation sur dalle.

Dans le bâtiment des labos, le pont thermique ponctuel est également provoqué par une poutre traversante en plus de la dalle. Dès lors, l'intervention pour diminuer les risques de condensation nécessiterait d'emballer sur 50cm la poutre si l'on veut atténuer le pont.



Pont thermique ponctuel étudié par A+W



Pont thermique ponctuel dans le bâtiment Tour



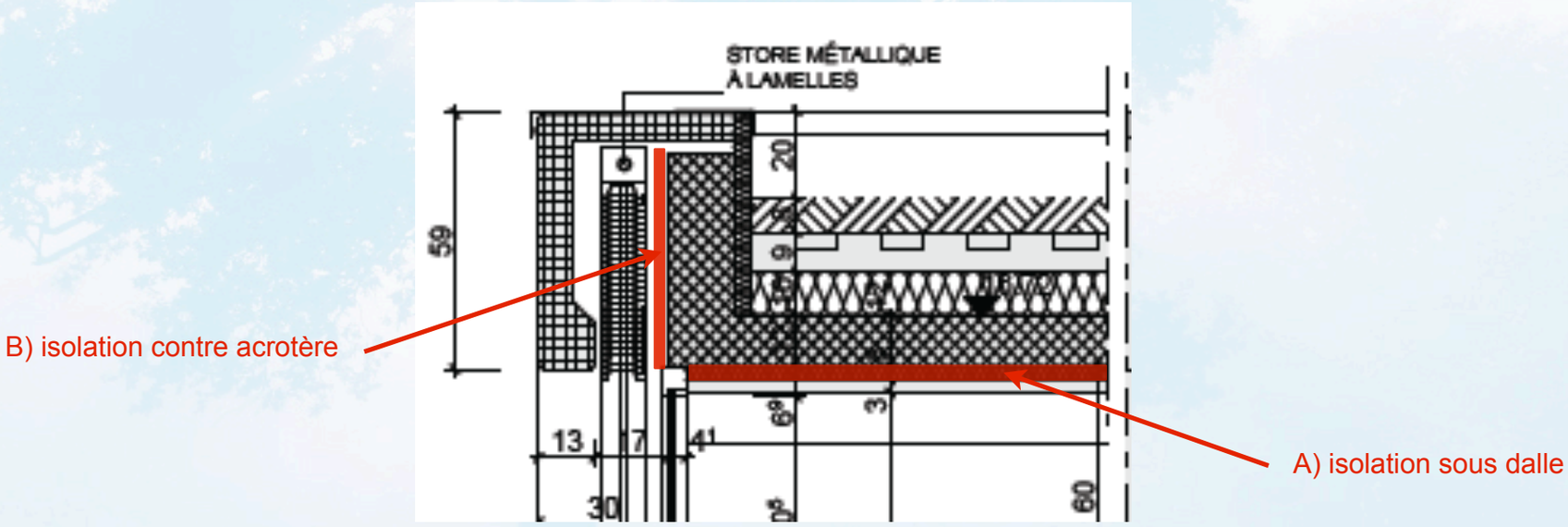
Pont thermique ponctuel dans le bâtiment Labos

Discussions sur les différents ponts thermiques

Ponts thermiques linéaires

Le pont thermique au niveau de l'acrotère doit également être pris en compte et traité si besoin. En effet, selon les plans, il n'y a aucune isolation sous dalle (A) et contre acrotère (B), les pertes thermiques sont importantes (Ψ=0.55 W/mK).

Il est donc recommandé d'ajouter soit une isolation sous dalle soit une isolation contre l'acrotère (tel que prévu dans le projet) pour réduire ces pertes. Il est à signaler que certains locaux ont déjà une isolation sous dalle.



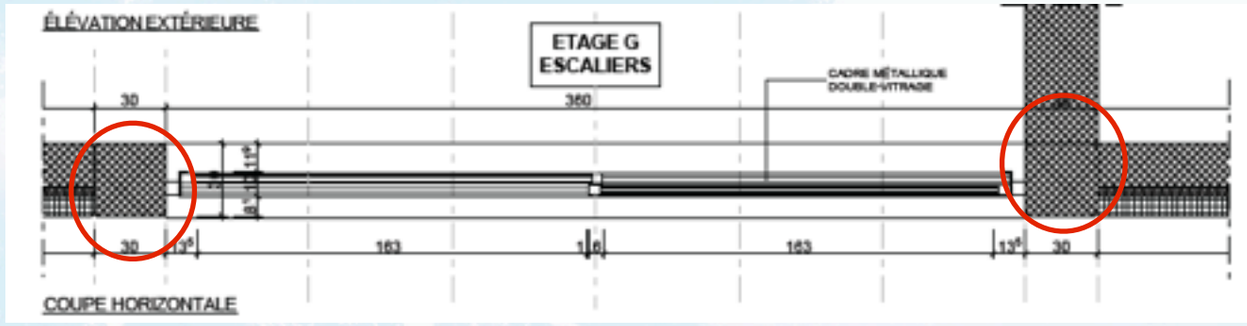
Pont thermique linéaire de l'acrotère

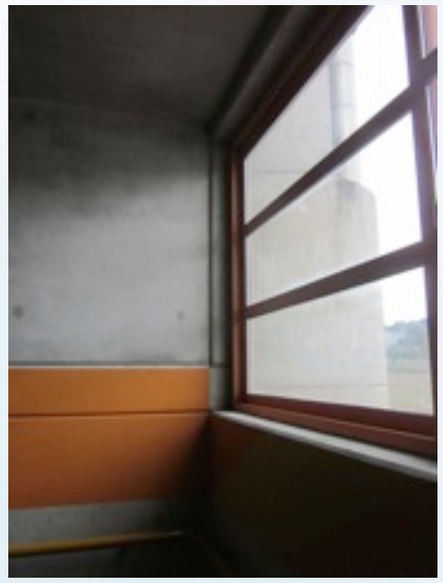
Discussions sur les différents ponts thermiques

Ponts thermiques linéaires

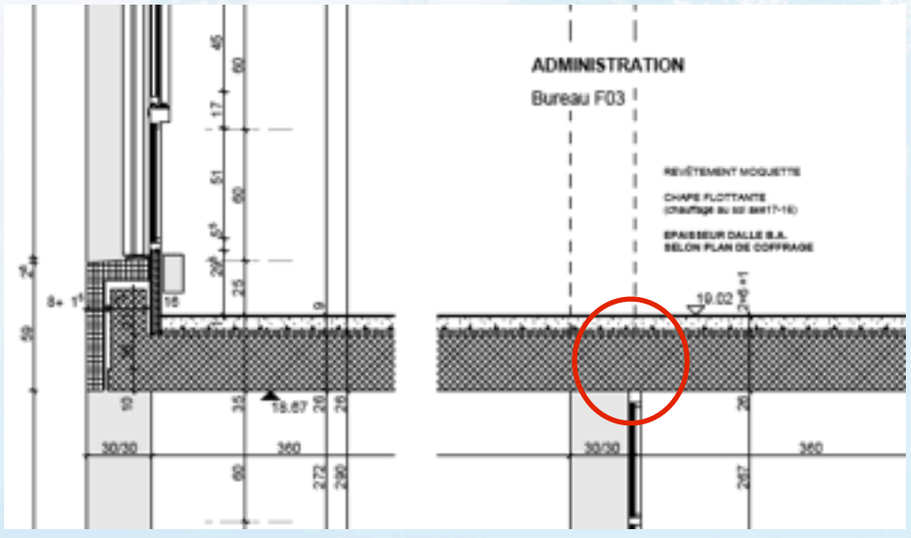
Deux autres ponts thermiques ont été observés mais aucune intervention n'a été prévu pour réduire leurs pertes et diminuer les risques de condensation et de moisissures. Cependant, ces ponts sont autant problématiques que le pont thermique ponctuel.

- Pont thermique de l'avant-toit avec dalle continue à l'entrée de la tour (Ψ=0.49 W/mK): Afin de diminuer le pont, il serait possible d'ajouter une isolation de 2 cm sous dalle.
- Pont thermique des poteaux non isolés (Ψ=0.66 W/mK): Ce pont semble difficile à traiter sans modifier l'aspect de la façade pleine.





Ponts thermiques des poteaux non isolés





Pont thermique de l'avant- toit

Conclusion

- Un bilan thermique réalisé pour tous les bâtiments yc la modélisation des sous-sols
- La consommation de chaleur réelle est inférieure au bilan selon les conditions standards car les charges internes importantes chauffent le bâtiment.
- L'origine de la consommation électrique élevée devrait être investiguée.
- Les économies d'énergie de chauffage des différentes améliorations proposées ont été évaluées:
  - Le remplacement des fenêtres engendre la plus grande économie (-24%). Toutefois, les fenêtres proposées, qui respectent l'aspect actuel, ne sont pas très performantes au vu des standards.
  - L'amélioration de l'isolation des toitures de la cafétéria et des labos permettraient de diminuer d'environ 7% les besoins de chaleur.
  - L'isolation du plafond des vides sanitaires permettrait de diminuer d'environ 7% les besoins de chaleur.
  - L'ajout d'isolant sur les contrecoeurs et les poteaux réduiraient d'un peu plus de 3% les besoins de chaleur.
  - D'un point de vue de l'économie d'énergie, l'isolation de la tête de dalle d'étage, l'ajout de 2 cm d'isolant sur la dalle et l'isolation des murs du vide sanitaire sont des interventions non significatives.
- Seule l'intervention sur les fenêtres ne respectent pas la valeur U limite de la norme SIA 380/1.
- Cependant, les interventions suivantes ne respectent pas la valeur U cible (loi sur l'énergie):
  - Remplacement des fenêtres
  - Isolation des toitures
  - Isolation des contrecoeurs et de la tête de dalle
- Le traitement des ponts thermiques au sol (refaire les chapes) semble excessif car le risque de dégâts potentiels est équivalent dans le pire des cas aux travaux nécessaires.
- D'autres ponts (poteaux traversant) peuvent également produire des dégâts liés à l'humidité un traitement est-il prévu.
- Il est conseillé d'étudier le potentiel de rafraîchissement des couloirs par quelques ouvrants automatisés durant la période estivale, ou même simplement pour aérer parfois les couloirs, une fois que l'étanchéité à l'air sera améliorée par le changement des fenêtres.